
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií

Studijní program: N2612 – Elektrotechnika a informatika
Studijní obor: 1802T007 – Informační technologie

Návrh a realizace řídicího systému výrobního stroje
Design and realisation of control system for production machine

Diplomová práce

Autor: **Bc. Jan Traspe**
Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Tůma, CSc.

Zadání

Originální zadání vydané a podepsané děkanem je k nahlédnutí v originálních výtiscích.

Prohlášení

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé diplomové práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom(a) toho, že užít svou diplomovou práci či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum: _____

Podpis: _____

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu své práce doc. Ing. Petru Tůmovi, Csc., za odborné vedení během řešení diplomové práce.

Dále mé poděkování patří firmě TECHNOLINE s.r.o. za poskytnutí prostředků pro návrh stroje. A to konkrétně za poskytnutí softwaru pro řídicí systémy od firmy SIEMENS , za poskytnutí prostorů a za jejich cenné rady při návrhu řídicího systému.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat svým rodičům, za jejich materiální a psychickou podporu během celého studia. Bez jejich podpory bych nemohl tuto práci dokončit.

Abstrakt

Návrh a realizace řídicího systému výrobního stroje

Cílem diplomové práce bylo provést návrh a realizaci řídicího systému výrobního stroje pro konečnou montáž kapalinových filtrů. Hlavním důvodem vzniku této práce bylo realizovat řízení stroje, které by zajistilo požadovanou výrobní kapacitu s plnou kontrolou montovaných dílů a kontrolou předepsaných momentů utažení. Stroj musí umožnit montáž více typů filtrů (cca 50 dílů na filtr). Řízení stroje musí podle vybraného typu určit díly k montáži, sekvenci a s pomocí textů informovat obsluhu o probíhající a následné operaci.

V prvním bodě zadání bylo mým úkolem seznámit se s výrobním strojem a s jeho funkcemi ve všech režimech provozu. Po seznámení byla práce dále zaměřena na seznámení se s řídicími systémy od firmy SIEMENS a jejich programování. Po pečlivém nastudování a po poradě se zadavatelem, byl vybrán řídicí systém SIMATIC S7-1200 včetně přídatných modulů. K vizualizaci byl vybrán dotykový panel KTP600 MONO. Následně byl sestaven řídicí program stroje a otestován při vlastní montáži filtrů.

Klíčová slova: stroj, program, řídicí systém, SIEMENS, modul, panel

Abstract

Design and realisation of control system for production machine

The aim of this thesis was to design and implement a control system of production machine for the final assembly of liquid filters. The main reason of creation of this work was to realize the controlling of machine which would ensure the required production capacity with full control of assembled parts and control of required tightening torques. In the workplace will be assembled several types of filters, for their assembly is required approximately 50 parts. By the selected type the controlling of machine must determine the components for assembly, assembly sequence and by using the text to inform about ongoing and following operation.

In the first section of this work was to get familiar with the production machine and its functions in all modes of operation. The work was further aimed to get familiar with the control systems from SIEMENS and its programming languages. After careful preparation and consultation with the client, the SIMATIC S7-1200, including additional modules, was chosen from all types. The touch control panel KTP600 MONO was chosen for the visualization. Finally the control program was compiled and tested by assembling the filters.

Key words: machine, program, control system, SIEMENS, module, control panel

Obsah

Zadání.....	2
Prohlášení.....	3
Poděkování.....	4
Abstrakt.....	5
Obsah.....	6
Seznam obrázků.....	8
Seznam tabulek.....	10
Seznam zkratk.....	11
Úvod.....	12
1. Seznámení s řídicími systémy.....	14
1.1. Řídicí systém obecně.....	14
1.2. Vývoj řídicích systémů.....	16
1.3. Řídicí systémy od firmy Siemens.....	17
1.3.1. Mikrosystémy.....	17
1.3.1.1. Řídicí systém Simatic S7-200.....	17
1.3.1.2. Řídicí systém Simatic S7-1200.....	18
1.3.2. Průmyslové automatizační systémy SIMATIC.....	19
1.3.2.1. Řídicí systém Simatic S7-300.....	19
1.3.2.2. Řídicí systém Simatic S7-400.....	21
1.4. Možnosti programování PLC.....	22
1.4.1. Jazyk mnemokódů	22
1.4.2. Jazyk kontaktních (reléových) schémat	22
1.4.3. Jazyk logických schémat	23
1.4.4. Jazyk strukturovaného textu	23
2. Analýza stroje a výběr řídicího systému.....	24
2.1. Části stroje a počty vstupů a výstupů.....	24
2.1.1. Montážní stůl.....	25
2.1.2. Ovládací pult.....	25
2.1.3. Momentové utahováky a jejich signalizace.....	27
2.1.4. Aretační šlapky.....	27
2.1.5. Odběrová místa a jejich signalizace.....	28
2.1.6. Celkový počet vstupů a výstupů.....	28
2.2. Rozbor paměťové kapacity pro ukládání dat.....	29

2.3. Výběr řídicího systému.....	30
2.3.1. Výběr procesoru, přídatných modulů a ovládacího panelu.....	30
2.3.2. Programové prostředí.....	31
3. Popis vytvořeného programu.....	33
3.1. Režim učení.....	33
3.2. Režim editace.....	34
3.3. Tvorba statistik.....	34
3.4. Výrobní mód.....	35
4. Popis funkce a návod na ovládání.....	37
4.1. Programovací mód	37
4.1.1. Učení.....	37
4.1.2. Editace.....	38
4.1.3. Mazání.....	39
4.1.4. Seznam produktů.....	39
4.2. Výrobní režim.....	40
4.2.1. Montáž filtru, navádění a kontrola.....	41
4.2.2. Statistiky.....	43
4.3. Diagnostický režim.....	44
4.4. Nastavení.....	44
5. Statistiky z programu.....	45
Závěr.....	46
Seznam použité literatury.....	47
Seznam příloh.....	49
Příloha A – originální fotky stroje.....	50
Příloha B – 3D modely (pohledy).....	51
Příloha v elektronické podobě.....	CD

Seznam obrázků

obr 1: Kompaktní systém.....	15
obr 2: Modulární systém.....	15
obr 3: Signální modul.....	18
obr 4: Jazyk mnemokódu.....	22
obr 5: Jazyk kontaktních schémat.....	22
obr 6: Jazyk logických schémat.....	23
obr 7: Jazyk strukturovaného textu.....	23
obr 8: 3D model montážního stroje.....	24
obr 9: Tlačítko "ovládací napětí"	26
obr 10: Tlačítko "Reset"	26
obr 11: Tlačítko "Cykl"	26
obr 12: Obrázek vybraného systému.....	30
obr 13: Ovládací panel.....	31
obr 14: Software pro tvorbu programu.....	31
obr 15: Měření délky montážního cyklu.....	34
obr 16: Ukázka Blikání před aretací.....	36
obr 17: Obrazovka Hlavní Menu.....	37
obr 18: Obrazovka Programovací mód.....	37
obr 19: Obrazovka Učení - podrobné.....	38
obr 20: Obrazovka Učení - název filtru.....	38
obr 21: Obrazovka editace programu.....	38
obr 22: Obrazovka - Podrobná editace.....	39
obr 23: Obrazovka programování - mazání.....	39
obr 24: Obrazovka - Seznam produktů.....	40
obr 25: Zahájení výrobního cyklu.....	41
obr 26: Nastavení stolu do polohy.....	41
obr 27: Zaaretování stolu.....	42
obr 28: Odebrání dílu.....	42
obr 29: Použití utahováku.....	42
obr 30: Vyroben dobrý díl.....	43
obr 31: Zahájení nového cyklu vadný díl.....	43

obr 32: Vyroben vadný díl.....	43
obr 33: Obrazovka Statistiky.....	43
obr 34: Diagnostický režim - utahováky.....	44
obr 35: Obrazovka Nastavení.....	44
obr 36: Délka cyklu.....	45
obr 37: Využití paměti PLC.....	45
obr 38: Stroj - pohled1.....	50
obr 39: Stroj - pohled2.....	50
obr 40: Stroj - pohled3.....	50
obr 41: 3D model - pohled1.....	51
obr 42: 3D model - pohled2.....	51
obr 43: 3D model - pohled3.....	52
obr 44: 3D model - pohled4.....	52

Seznam tabulek

Tabulka 1: Přehled komunikačních možností S7-200.....	18
Tabulka 2: Počet vstupů a výstupů pro polohy montážního stolu.....	25
Tabulka 3: Počet vstupů a výstupů pro aretaci montážního stolu.....	25
Tabulka 4: Počet vstupů a výstupů pro ovládací tlačítka.....	26
Tabulka 5: Počet vstupů a výstupů pro signalizaci aretace.....	27
Tabulka 6: Počet vstupů a výstupů pro momentové utahováky.....	27
Tabulka 7: Počet vstupů a výstupů pro aretační šlapky.....	27
Tabulka 8: Počet vstupů a výstupů pro odběrová místa.....	28
Tabulka 9: Celkový počet vstupů a výstupů.....	28
Tabulka 10: Potřebná paměť pro uchování dat.....	30

Seznam zkratek

1. PLC - z anglického Programmable Logic Controller (programovatelný logický automat)
2. AI – analogové vstupy
3. AO – analogové výstupy
4. DI – digitální vstupy
5. DO – digitální výstupy
6. IO – vyrobený díl je dobrý
7. NIO – vyrobený díl je vadný
8. ZP – základní poloha
9. ON – ovládací napětí
10. CPU – central procesor unit (centrální procesorová jednotka)
11. PROFINET – průmyslový Ethernet na protokolu PROFIBUS

Úvod

Během mého studia na vysoké škole, pracuji ve firmě TECHNOLINE s.r.o. jako technik, programátor. Tato firma, kromě jiného, vyvíjí a realizuje výrobní a kontrolní technologie pro výrobní závody. V průběhu studia jsem firmě navrhl, vytvořil a následně spravoval internetové stránky a internetový obchod. Ve volných chvílích jsem se seznamoval s řídicími systémy a s jejich využitím v praxi. Abych si rozšířil své znalosti a dovednosti v oboru průmyslové automatizace a řízení, požádal jsem vedení společnosti, zda bych se mohl aktivně zúčastnit návrhu a realizace nějakého stroje v rámci diplomové práce. Po domluvě s mým vedoucím doc. Ing. Petrem Tůmou, CSc. bylo stanoveno téma práce na návrh a realizaci řídicího systému výrobního stroje. V září 2009 získala firma kontrakt na realizaci montážního a kontrolního pracoviště kapalinových filtrů. Protože se jednalo o projekt ve vhodném časovém období, byl vybrán pro mou diplomovou práci.

Cílem diplomové práce bylo provést návrh a realizaci řídicího systému výrobního stroje pro konečnou montáž kapalinových filtrů. Realizovaný stroj musí zabezpečit předpokládanou výrobní kapacitu a zajistit minimální chybovost montáže.

Požadavky investora a dodavatelské firmy na řídicí systém byly následující:

1. Řídicí systém a jeho součásti musejí být od firmy SIEMENS.
2. Řídicí systém by měl být rozšiřitelný s možností komunikace přes Ethernet.
3. Stroj musí při montáži kontrolovat správnost odebíraných předepsaných dílů, kontrolovat momenty utažení šroubovaných dílů a pomocí obrazkových textů informovat pracovníka o správném postupu montáž všech dílů.

V době získání kontraktu na výrobu stroje navštívil firmu obchodní zástupce firmy Siemens, který nám představil řídicí systém S7-1200 nově uvedený na trh. Řada S7-1200 má vestavěné ethernetové rozhraní a komunikaci přes rozhraní PROFINET. Z požadavků investora se nám tento systém přímo nabídl na využití při realizaci projektu a to především díky moderní technologii komunikace a také díky velmi přijatelné ceně. K řídicímu systému byly vybrány rozšiřující moduly vstupů a výstupů, které jsou k hlavnímu řídicímu systému připojeny přes sběrníkový konektor. Abychom mohli obsluhu a servisní pracovníky informovat o stavu stroje a vést obsluhu celou technologickou montáží, bylo řízení linky doplněno o dotykový panel KTP600 Basic MONO PN. Tento panel má také

integrováno ethernetové rozhraní s komunikací přes PROFINET.

Program pro řídicí systém byl vytvořen v návrhovém prostředí Step 7 Basic V10.5 od firmy SIEMENS. V tomto prostředí je spojen návrh obrazovek pro dotykový panel, tak i samotné programování řídicího systému. Jedná se o skvělý nástroj, ve kterém návrhář má vše pohromadě a tím je vylepšena orientace v celém projektu.

V první kapitole práce jsem se zabýval řídicími systémy obecně, jejich vývojem a převážně pak rozbořením konkrétních systémů od firmy Siemens. Následně popisem programovacích jazyků pro PLC.

Ve druhé kapitole se zabývám analýzou stroje z hlediska počtu vstupů a výstupů, popisují výpočet potřebné paměti pro uložení dat v PLC. Po této analýze a definování počtů a velikosti paměti, přichází na řadu výběr konkrétního řídicího systému, ovládacího panelu a programovacího softwaru.

Ve třetí kapitole se zabývám popisem softwarové funkčnosti programu v jednotlivých režimech provozu.

Ve čtvrté kapitole popisují ovládání a funkce stroje, a to s pomocí doprovodných obrázků jednotlivých obrazovek přesně tak, jak je vidí obsluha stroje.

V poslední kapitole jsem uvedl několik statistik ze sestaveného programu, jako jsou počty použitých datových bloků, počty funkcí, délka cyklu programu, využití paměti a další.

1. Seznámení s řídicími systémy

1.1. Řídicí systém obecně

Pro řídicí systém se vžil název programovatelný logický automat nebo-li PLC (z anglického Programmable Logic Controller). Zpravidla se jedná o malý průmyslový počítač, který je hojně využíván pro automatizaci procesů v reálném čase. Pro vykonávání programu v PLC je charakteristické, že se vykonává v cyklech.

Řídicí systémy se od běžných počítačů liší nejen tím, že zpracovávají program cyklicky, ale i tím, že jejich periferie jsou navrženy přímo pro napojení na technologické procesy. Hlavní periferie v tomto případě tvoří digitální vstupy (DI) a digitální výstupy (DO). Chceme-li zpracovávat spojitě signály, musíme pro připojení použít periferie nazývané analogové vstupy (AI) a analogové výstupy (AO). V současné době, kdy dochází k výraznému rozvoji automatizace v průmyslu, jsou používány i další moduly periferních jednotek, které lze připojovat k PLC. Jedná se například o jednotky nazývané funkční moduly (FM) sloužící např. pro polohování, komunikační procesory (CP) určené pro sběr a přenos dat a jiné moduly závislé na konkrétním systému.

Periferie řídicího systému

- je část zařízení, která umožňuje centrální procesorové jednotce CPU komunikovat s okolními zařízeními.

a) Vstupní periferie: umožňují zjistit stavy připojených signálů

b) Výstupní periferie: umožňují přenášet hodnoty na technologii (elektrický charakter)

Základní periferie, které je možno nalézt v každém řídicím systému jsou:

a) *Digitální* - jedná se o periferie zpracovávající stavy, které lze vyjádřit jako zapnuto/vypnuto ano/ne log.1/log.0

b) *Analogové* – využívají se pro zpracování spojitých signálů elektrických veličin jako je napětí nebo proud.

Z hlediska konstrukce se PLC dělí :

1. Kompaktní systém

Jedná se o takový systém, který obsahuje v jednom modulu CPU (Central Procesor Unit), digitální, analogové vstupy/výstupy a zároveň základní podporu komunikace (Ethernet, RS-485 a další), v některých případech modul obsahuje také napájecí zdroj. U těchto systémů je omezena rozšiřitelnost o další moduly.



obr 1: Kompaktní systém

(obr 1: Kompaktní systém) Zobrazuje systém Siemens LOGO!, který obsahuje CPU, 8 binárních vstupů, z nichž 2 mohou být překonfigurovány na analogové, 4 binární výstupy a možnost zadávání programu přímo tlačítky. K tomuto systému je možno také připojit rozšiřující moduly s dalšími vstupy/výstupy.

2. Modulární systém



obr 2: Modulární systém

Tento systém je specifický tím, že jsou jednotlivé komponenty celku rozděleny do modulů. Celý systém je tedy složen z modulů: zdroje, CPU, vstupy/výstupy, funkční moduly. Výhodou je, že modulární systém je možno dále rozšiřovat a to v nepoměrně větším rozsahu než u systémů kompaktních.

(obr 2: modulární systém) Siemens Simatic S7-300. Zleva doprava: Napájecí zdroj, CPU (včetně komunikace přes RS-485 a šachty pro paměťovou kartu MMC, na které je uložen uživatelský program a data), jeden modul s 16 analogovými vstupy, jeden modul s 16 binárními vstupy a 16 binárními výstupy, dva moduly s 32 binárními výstupy.

1.2. Vývoj řídicích systémů

První zástupci z řad programovatelných logických automatů byly určeny především ke zpracování binární logiky a logiky řízení, jako prvotní cíl jejich vzniku byla náhrada za reléové automaty. Vlivem rozvoje polovodičových součástek došlo i k rozvoji řídicích systémů a to od zpracování binárních signálů až ke zpracování analogových signálů a integraci matematických funkcí. S tímto rozvojem bylo možno pomocí PLC realizovat složitější systémy se zpracováním binárních signálů, analogových signálů, komunikaci s jinými systémy, sběr dat, jejich archivaci, vlastní diagnostiku, tiskové výstupy atd..

Z původně malých systémů určených pro automatizaci se postupem času staly vysoce výkonné řídicí systémy, kde jádro řídicího systému může být tvořeno i několika procesory, z nichž každý vykonává svoji specifickou funkci. Menší a levnější jednotky CPU neobsahují takový komfort a funkční vymoženosti jako velké CPU. U velkých výkonů CPU je architektura s více procesory použita především z důvodu zajištění rychlé odezvy a rychlosti zpracování dat v reálném čase. Každé CPU je tvořeno jedním hlavním procesorem pro zpracování programového algoritmu a dalšími procesory, které jsou hlavnímu podřízeny. Podřízené procesory se starají o komunikaci mezi jednotkami vstupů/výstupů po interní sběrnici, dále mohou zajišťovat například komunikaci s dalšími procesory na síti, starat se o sběr dat a provádět další jiné funkce. V nejmodernějších řídicích systémech není nic výjimečného, že obsahují WWW server, který umožňuje připojení CPU do ethernetové sítě a umožní tak sledovat a řídit dané CPU přes webový prohlížeč. U některých modulárních systémů se jejich řídicí jednotky dají přirovnat k osobním počítačům, jen s tím rozdílem, že jsou konstruovány v provedení se zvýšenou odolností proti okolním vlivům a obsahují upravenou verzi operačního systému.

1.3. Řídící systémy od firmy Siemens

Již řadu let se firma Siemens zabývá vývojem a výrobou řídicích systémů. Jejich systémy jsou známy především svou spolehlivostí a širokou využitelností v oboru průmyslové automatizace. Své renomé si firma Siemens získala svou první řadou řídicích systémů, která byla známa pod názvem SIMATIC S5, na kterou velmi úspěšně navázala řadou SIMATIC S7, která je v dnešní době jednou z nejvíce využívaných řad v Evropě.

Výrobce řídicích systémů rozděluje řadu S7 na „Mikrosystémy“ a na „Průmyslové automatizační systémy“.

1.3.1. Mikrosystémy

Jedná se o malé a cenově výhodné řídicí systémy, které mají široké využití pro aplikace nižšího výkonostního spektra. Jsou založeny především na jednoduchosti řešení, ovládání i programování. Mezi mikrosystémy lze řadit automaty řad S7-200 a S7-1200.

1.3.1.1. Řídící systém Simatic S7-200

Jedná se o řadu malých kompaktních programovatelných logických automatů určených pro řízení jednoduchých aplikací. Systém je navržen tak, aby byl nejen jednoduchý, ale zároveň také výkonný.

Disponuje rozsáhlým instrukčním souborem a zároveň je vybaven silnými komunikačními funkcemi. Pro zjednodušení programování jsou programátorům nabídnuty funkce tzv. Průvodců, které dokáží vygenerovat části programů dle programátorových požadavků (např. pro nastavení PID regulátoru, komunikace nebo polohování).

Pro lepší možnosti programování a větší využitelnost nabízí řada S7-200 širokou škálu rozšiřovacích modulů, které lze velmi snadno k systému připojit. Díky těmto modulům můžeme systém rozšířit o další počet digitálních a analogových vstupů a výstupů.

Řídící systém Simatic S7-200 je vybaven sériovým rozhraním Freeport, které umožňuje definovat sériovou komunikaci přesně podle požadavků aplikace. Komunikačních možností má S7-200 celou řadu, záleží jen na uživateli, kterou variantu komunikace zvolí. Dá se tedy říci, že pro jakýkoliv druh komunikace existuje rozšiřovací

modul.

Možnosti komunikace pro S7-200:

Komunikace	Hardware
Ethernet (klient nebo server)	CP243-1
Profibus-DP (slave)	EM277
AS-Interface (master)	CP243-2
Modem	EM241
Sériový přenos	integrovaný
Protokol USS	integrovaný
Modbus (slave)	integrovaný

Tabulka 1: Přehled komunikačních možností S7-200

Výhody S7-200:

- výkonná instrukční sada
- vysokorychlostní čítače a pulzní výstupy
- malý a kompaktní design
- nízká cena

Nevýhody S7-200:

- poměrně malá paměť
- Ethernet pouze jako modul
- menší modularita

1.3.1.2. Řídicí systém Simatic S7-1200

Tento systém je zcela novým systémem na trhu průmyslové automatizace, jedná se o designově povedený systém, řadí se mezi kompaktní, modulární a moderní řídicí systémy, které mají široké spektrum využití v aplikacích pro průmyslovou automatizaci. Svými funkcemi a především integrovaným komunikačním rozhraním Ethernet splňuje požadavky moderní průmyslové automatizace a zároveň se díky těmto vlastnostem zřejmě stane nedílnou součástí při tvorbě moderních automatizačních aplikací.

Jelikož se jedná o modulární řídicí systém, je možné jej rozšířit až o 8 rozšiřovacích modulů a také o jeden signální modul ke každému CPU (viz. obr 3). Signální modul je modul umožňující rozšíření počtu vstupů/výstupů bez nároku na další obsazené místo v horizontálním směru.



obr 3: Signální modul

S7-1200 je řídicí systém, který má velmi silné komunikační nástroje. Lze k němu připojit až 3 komunikační moduly (RS485, RS232).

Tyto přídatné moduly poskytují sériovou komunikaci Point to Point, která je konfigurována a programována pomocí rozšiřujících instrukcí. Pro protokoly USS a Modbus RTU Master/Slave je konfigurace prováděna pomocí knihoven, které jsou součástí programovacího softwaru. Nejmodernější komunikační možností je integrované rozhraní PROFINET, které je možno využít pro programování, komunikaci s HMI a vzájemnou komunikaci mezi PLC. Umožňuje také komunikovat s dalšími zařízeními, která podporují otevřený Ethernet protokol. Rozhraní umožňuje komunikaci s rychlostmi 10/100 Mb/s.

Profinet - jedná se o otevřený komunikační standard, který vyvinula mezinárodní organizace Profibus International. Je založený na standardu Ethernet a je ideálním řešením pro nasazení systému v Ethernetové síti.

Výhody S7-1200:

- zabudovaný Ethernet
- dobrá cena
- přidání MC karty
- analogové vstupy v základní výbavě
- rychlejší procesor

Nevýhody S7-1200:

- sériové rozhraní jako modul
- nový systém

1.3.2. Průmyslové automatizační systémy SIMATIC

Průmyslové řídicí systémy SIMATIC lze rozdělit na systémy, které se používají při tvorbě středně náročných aplikací až po systémy pro ty nejnáročnější aplikace. Mezi ně se řadí automaty řad S7-300 a S7-400.

1.3.2.1. Řídicí systém Simatic S7-300

Průmyslový řídicí systém SIMATIC S7-300 je zřejmě nejvíce rozšířeným systémem od firmy Siemens. Tato řada je určena pro tvorbu různorodých úloh středního rozsahu v oboru průmyslové automatizace. Jelikož mají větší paměť pro data než mikrosystémy, lze je velmi dobře využívat pro sběr i větších datových objemů. Hlavní jednotkou řídicího systému řady S7-300 je jednotka CPU, která se stará o zpracování uživatelského programu. Jednotky CPU lze vybírat dle požadavku na aplikaci z následujících druhů:

1. Standardní CPU

Jedná se o jednotky neobsahující v základním osazení žádné vstupy/výstupy. Vždy musí být použity rozšiřující moduly pro potřebu aplikace. Všechny typy jsou standardně osazeny programovacím a komunikačním rozhraním MPI, u některých procesorů je zabudováno rozhraní PROFIBUS.

Dnešní trend komunikace je spíše orientován na standardní Ethernet a to i ve výrobních provozech. Proto také byly vyvinuty nové moduly s již integrovaným ethernetovým rozhraním, díky nimž je v dnešní době připojení, programování a obsluha daleko jednodušší.

2. Kompaktní CPU

Kompaktní CPU je takové, které je doplněno digitálními, analogovými vstupy/výstupy a dále nejčastěji využívanými funkcemi jako jsou rychlé čítání, měření frekvence, polohování a PID regulace. Všechny typy jsou opět standardně vybaveny komunikačním rozhraním MPI a výkonnější procesorové jednotky jsou pak doplněny ještě o rozhraní PROFIBUS. Jsou cenově velmi výhodné pro úlohy, kde vystačíme s vestavěným počtem vstupů a výstupů. Je-li množství nedostatečné je samozřejmě možné doplňovat o další rozšiřovací moduly stejně jako u standardních CPU.

3. Bezpečnostní CPU (F-systémy)

Využívají se tam, kde je potřeba zajistit nejvyšší stupeň bezpečnosti pro obsluhu výrobního zařízení. A to především z důvodů předcházení nehodám a poškození zdraví, stroje či životního prostředí. Jedná se o spojení standardní provozní automatizace a bezpečnostní techniky do jednoho systému. To znamená, že po síti PROFIBUS-DP probíhá nejen „běžná“ komunikace, ale také komunikace bezpečnostní, hlavní výhodou je, že nemusí být použita žádná další linka pro bezpečnostní komunikaci. Díky těmto CPU jsou značně snižovány výdaje na moderní zabezpečené provozy.

4. Technologické CPU

Technologické CPU mají v sobě přímo začleněny výkonné technologické funkce a hlavně funkce pro řízení pohybu a polohy. Jsou přímo navrženy pro pohodlné a flexibilní řízení pohybu současně ve více osách. Obsahují již předprogramované funkce pro řízení

pohybu podle standardu vydaného organizací PLCopen, dále mají integrované vstupy/výstupy a izochronní režim sběrnice PROFIBUS-DP.

Izochronní režim se stará o časovou synchronizaci procesoru a periférií, díky velmi přesnému taktování umožňuje s vysokou spolehlivostí obsluhovat rychlé procesy.

1.3.2.2. Řídicí systém Simatic S7-400

Průmyslový řídicí systém SIMATIC S7-400 je určen především pro tvorbu náročnějších aplikací velkého rozsahu s nároky na výkon. Má využití především pro velké výrobní celky navazující na celopodnikové řízení zdrojů a systémy pro sběr, archivaci a zpracování dat. Oproti nižším řadám PLC (S7-300; S7-200; S7-1200) se vyznačuje svou modularitou a vysokou výkonností.

Jedná se o jediný řídicí systém z řady S7, který může obsahovat více než jedno CPU v centralizované konfiguraci řídicího systému, hlavních výhod je několik, např. možnost rozdělit výkon podle technických funkcí (řízení, početní operace, komunikace). Dojde tak k oddělení jednotlivých funkcí a k urychlení zpracování. V režimu multicomputing pracují všechny CPU jako jediný, což znamená, že pokud dojde k výpadku jednoho CPU, přestávají plnit svou funkci i ostatní.

Dále S7-400 umožňuje výměnu modulů či změnu parametrů za chodu. Díky této funkci je možno provádět úpravy na zařízení bez jakýchkoliv negativních dopadů na výrobu. Plynou z toho nesporné výhody při vykonávání servisních zásahů, které jsou díky této funkci rychlejší. Zároveň dochází k velkému snížení nákladů, které by za normálních okolností byly spojeny s výpadkem výroby.

1.4. Možnosti programování PLC

K programování PLC se používají specializované jazyky, které byly původně určeny pro snadnou, rychlou a přehlednou realizaci logických funkcí. Programovací jazyky pro PLC různých výrobců vypadají často velmi podobně. Z toho vyplývá, že přenositelnost kódů různých výrobců není možná. Pro jazyky existuje mezinárodní norma IEC 1131-3, která je sjednocuje. Dle normy existuje pět typů jazyků.

1.4.1. Jazyk mnemokódů

Tento jazyk se v angličtině nazývá "Instructions List". Jedná se o obdobu jazyka známého jako assembler u počítačů, a je také strojově orientován (obr 4: Jazyk mnemokódu).

```
Label: LD      in2      (* result := ana (in2) *)
      ANA      2        (* result := 2*ana (in2) *)
      MUL      temp     (* temp := result *)
      LD      in1
      ANA      temp     (* result := 2*ana (in2) + ana (in1) *)
      ADD      2        (* result := 4*ana (in2) + 2*ana (in1) *)
      MUL      temp     (* temp := result *)
      LD      in0
      ANA      temp     (* result := 4*ana (in2) + 2*ana (in1) + ana(in0) *)
      ADD      SUBPRG   (* return the current result *)
      ST      (* to the calling program *)
```

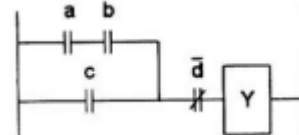
obr 4: Jazyk mnemokódu

To znamená, že každá instrukce PLC

systému má k sobě odpovídající příkaz jazyka. Vzhledem ke své složitosti se jedná o jazyk, který bývá spíše využíván velmi zkušenými programátory.

1.4.2. Jazyk kontaktních (reléových) schémat

Je prvním z grafických programovacích jazyků označovaný jako "Ladder Diagram". Program skládající se ze základních logických operací je zobrazován ve formě schémat, které jsou obvyklé při práci s reléovými a kontaktními prvky (obr 5: Jazyk kontaktních schémat). S tím rozdílem, že



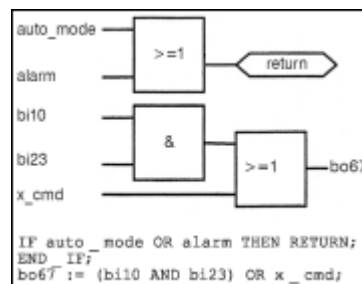
obr 5: Jazyk kontaktních schémat

symboly pro kontakty a cívky jsou zjednodušeny a to z důvodu, aby mohl být návrh tvořen semigraficky: spínací kontakty jako dvojice svislých čar, rozpínací kontakty navíc přeškrtnuty lomítkem, cívky jsou označovány dvojicí závorek. Funkční bloky (např. čítače, časovače) jsou zobrazovány ve formě obdélníků. Instrukce, pro něž neexistuje v kontaktní logice vyjádření jsou obvykle zobrazovány jako dvojice obdélníkových značek uvnitř s vepsaným mnemokódem instrukce. Jazyk kontaktních schémat je výhodný při programování jednoduchých logických operací a je určen programátorům, kteří neznají tradiční programovací jazyky a je jim grafický návrh programu bližší. Pokud programovací prostředí umožňuje zobrazovat stav jednotlivých kontaktů v reálném čase, potom je

i pro servisní techniky velmi snadné odhalit závadu, což je samozřejmě obrovskou výhodou, která snižuje náklady na zdlouhavé nalezení závady.

1.4.3. Jazyk logických schémat

Druhým z grafických programovacích jazyků je tzv. jazyk funkčních bloků, neboli "Function Block Diagram". Základní logické operace jsou popisovány obdélníkovými značkami (obr 6: Jazyk logických schémat). Velikosti jednotlivých značek jsou odvozeny od počtu vstupních signálů. Pro ucelené funkční bloky, jako jsou čítače, časovače, posuvné registry, paměťové členy, aritmetické a paralelní logické instrukce existují také specializované značky. Tento jazyk je určen pro uživatele, kteří jsou zvyklí na práci s logickými schématy pro zařízení s integrovanými obvody.



obr 6: Jazyk logických schémat

1.4.4. Jazyk strukturovaného textu

Textový jazyk ST (Structured Text) je výkonným programovacím jazykem vycházejícím z programovacího jazyku Pascal a částečně z C (obr 7: Jazyk strukturovaného textu). Syntaxe jazyka je přesně definována povolenými výrazy a příkazy. Vyhodnocováním jednotlivých výrazů získáváme hodnotu v některém ze zvolených datových typů. Výrazy jazyka se skládají z operátorů a operandů. Operandem mohou být konstanty, proměnné, funkce nebo jiný výraz. Pro operátory jazyka ST je definováno 17 typů operací (např. vyhodnocení funkce, negace, násobení, booleovské funkce AND, XOR, OR apod.). Dál je definováno 10 typů příkazů (přiřazení, vyvolání funkce, návrat, výběr apod.). Příkazy jsou od sebe oddělovány středníkem a na jednom řádku jich může být i několik. Jazyk ST je vhodným nástrojem pro sestavení funkčních bloků, které pak mohou být používány v libovolném programovacím jazyce.

```

FUNCTION_BLOCK fbStartStop
VAR_INPUT
    start : BOOL R_EDGE ;
    stop : BOOL R_EDGE ;
END_VAR
VAR
    VAR
    VAR_OUTPUT
        vystup : BOOL ;
    END_VAR
    Vystup := (vystup OR start) and
not stop ;
END_FUNCTION_BLOCK

```

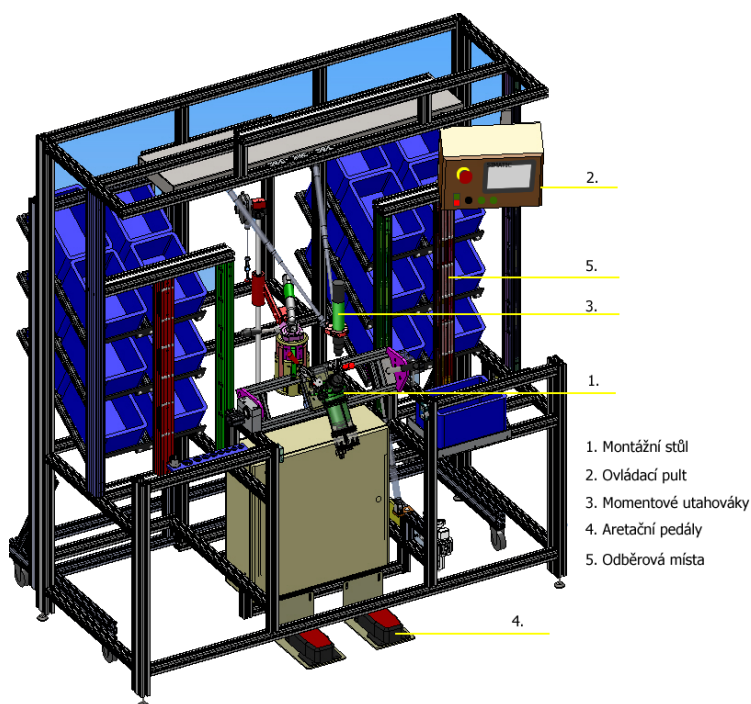
obr 7: Jazyk strukturovaného textu

2. Analýza stroje a výběr řídicího systému

V následujícím textu se budu zabývat rozбором jednotlivých částí montážního stojanu a jejich funkcí při montáži. Pro každou část provedu rozbor v závislosti na počtu vstupů a výstupů pro PLC. Následně se zaměřím na rozbor stroje z hlediska náročnosti programu a z hlediska potřebné paměti pro ukládání dat. Po zjištění všech těchto parametrů zvolím ideální řídicí systém, potřebné rozšiřovací moduly, ovládací panel a software pro návrh programu.

2.1. Části stroje a počty vstupů a výstupů

Montážní pracoviště pro kompletaci kapalinových filtrů se skládá z pěti základních částí (viz. obr 8). První část se nazývá montážní stůl, na němž je po upnutí kostry filtru prováděna montáž jednotlivých dílů. Druhou částí je ovládací pult na němž jsou umístěny ovládací a signalizační prvky. Na ovládacím pultu je umístěn panel s dotykovým displejem. Třetí částí jsou momentové utahováky doplněné signalizací určení výběru. Utahováky slouží v každém kroku montáže k momentovému utažení



obr 8: 3D model montážního stroje

příslušného dílu na kostru filtru. Čtvrtou částí jsou ovládací pedály pro aretaci montážního stolu, které slouží k zaaretování polohy naklopení a otočení montážního stolu. Poslední částí jsou odběrová místa montážních dílů se signalizací, které při montáži obsluze ukazují, který díl má být aktuálně použit pro montáž.

2.1.1. Montážní stůl

a) Poloha stolu

Montážní stůl umožňuje manipulaci s montovaným filtrem ve dvou osách. Je možné provádět otáčení stolu v ose x a naklápění v ose y. Otáčení stolu umožňuje otočení do čtyř různých poloh a je hlídáno pomocí 4 indukčních snímačů, kde každý z nich je připojen do jednoho vstupu PLC a aktuální poloha stolu je určována kombinací jejich sepnutí. Naklápění stolu je prováděno pomocí pneumatického válce, který má funkci balanceru. Polohu naklopení stolu hlídají čtyři magnetické snímače. Stůl může být naklopen do polohy svislé, vodorovné a šikmé. V poloze svislé a vodorovné je umístěn vždy jeden magnetický snímač, který je připojen do jednoho vstupu PLC. V poloze šikmé se nacházejí dva magnetické snímače zapojené paralelně do jednoho vstupu PLC.

Počet potřebných vstupů	Počet potřebných výstupů
4 – poloha otočení 3 – poloha naklopení	0

Tabulka 2: Počet vstupů a výstupů pro polohy montážního stolu

b) Aretace stolu

Aretace otáčení stolu je prováděna jedním pneumatickým válcem, na kterém je umístěn magnetický snímač, který hlídá aretační polohu. Aretování naklopení stolu v pozici je prováděno za pomoci dvou pneumatických válců, kde každý z nich má opět jeden magnetický snímač, který kontroluje aretační polohu válců. Magnetické snímače jsou spojeny do série a jsou přivedeny do jednoho vstupu PLC.

Počet potřebných vstupů	Počet potřebných výstupů
1 – aretační poloha otočení 1 – aretační poloha naklopení	1 – pneumatický ventil otočení 2 – pneumatický ventil naklopení

Tabulka 3: Počet vstupů a výstupů pro aretaci montážního stolu

2.1.2. Ovládací pult

Jedná se o část stroje, která slouží k jeho ovládání. Na pultu jsou umístěna 3 ovládací tlačítka, 2 zelené signalizační kontrolky a dotykový ovládací panel od firmy Siemens.

a) Ovládací tlačítka

Prvním z ovládacích tlačítek viz obr 8: Tlačítko "Ovládací napětí", je složeno ze dvou spínačů a signalizační kontrolky. Zeleným tlačítkem zapínáme ovládací napětí pro řídicí obvody. Červeným tlačítkem ovládací napětí vypínáme. Signalizační kontrolka uprostřed tlačítka informuje o stavu napětí (zapnuto/vypnuto). Každé z tlačítek je připojeno do vstupu PLC a signalizační kontrolka je připojena na výstup PLC.



obr 9: Tlačítko "Ovládací napětí"



obr 10: Tlačítko "Reset"

Druhým tlačítkem viz obr 9: je prosvětlené tlačítko "Reset", které je složeno z jednoho spínacího kontaktu a jedné signalizační kontrolky. Signalizace slouží k informaci, že byl vyroben vadný díl. Stiskem tlačítka dochází k „Zresetování“ - odstranění poruchy a k povolení nového výrobního cyklu. Spínací jednotka tohoto tlačítka je připojena do vstupu PLC a signalizační kontrolka do výstupu PLC.

Posledním tlačítkem je viz obr 10: prosvětlené tlačítko "Cykl", které je opět složeno ze spínací jednotky a signalizační kontrolky. Signalizační kontrolka slouží k signalizaci zapnutého výrobního cyklu a samotné tlačítko je určeno ke spuštění výrobního cyklu. Spínací jednotka je připojena do vstupu PLC a signalizační kontrolka na výstup PLC.



obr 11: Tlačítko "Cykl"

Počet potřebných vstupů	Počet potřebných výstupů
2 – tlačítko „Ovládací napětí“	1 – signalizace „Ovládací napětí“
1 – tlačítko „Reset“	1 – signalizace vadný díl
1 – tlačítko „Cykl“	1 – signalizace výrobního cyklu

Tabulka 4: Počet vstupů a výstupů pro ovládací tlačítka

b) Signalizační prvky

Na ovládacím pultu se nacházejí dvě signalizační kontrolky, kde první z nich slouží k zobrazení stavu aretace pro otočení stolu a druhá k informaci o stavu aretace pro naklopení stolu. Pokud příslušná kontrolka bliká, je stůl připraven k aretaci a pokud

svítí, je již stůl zaaretován. Každá z kontrol ek je připojena na jeden výstup PLC.

Počet potřebných vstupů	Počet potřebných výstupů
0	1 – aretace otočení stolu 1 – aretace naklopení stolu

Tabulka 5: Počet vstupů a výstupů pro signalizaci aretace

2.1.3. Momentové utahováky a jejich signalizace

Pro správné momentové utažení jsou na montážním pracovišti k dispozici čtyři utahováky s různými nástroji pro utažení. Jedná se o pneumatické momentové utahováky. Provoz každého z utahováku je povolen přivedením vzduchu do utahováku. Pro každý utahovák je použit jeden pneumatický ventil. Spínáním respektive vypínáním pneumatického ventilu je odblokován respektive zablokován provoz příslušného utahováku. Jednotlivé ventily jsou připojeny na výstupy PLC. Každý utahovák dává signál o dosažení nastaveného momentu, který je připojen do vstupu PLC. Nad každým utahovákem je instalována signalizační kontrolka, která obsluhu informuje o tom, který z utahováků je uvolněn a má být použit při montáži dílu. Jednotlivé kontrolky jsou připojeny do výstupů PLC.

Počet potřebných vstupů	Počet potřebných výstupů
4 – moment utahováků dosažen	4 – pneumatický ventil pro uvolnění 4 – signalizace utahováku

Tabulka 6: Počet vstupů a výstupů pro momentové utahováky

2.1.4. Aretační šlapky

Jedná se o dvě šlapky umístěné pod montážním stolem, kde jedna šlapka slouží pro aretaci a uvolnění otáčení stolu a druhá pro aretaci a uvolnění naklopení stolu. Každá šlapka je připojena do vstupu PLC.

Počet potřebných vstupů	Počet potřebných výstupů
1 – aretace a uvolnění otočení stolu 1 – aretace a uvolnění naklopení stolu	0

Tabulka 7: Počet vstupů a výstupů pro aretační šlapky

2.1.5. Odběrová místa a jejich signalizace

V odběrovém rámu lze umístit až 13 různých zásobníků s montážními díly pro jednotlivé filtry. Odběrovými senzory je zjišťován odběr dílu z příslušného zásobníku. Senzory jsou umístěny v samotné konstrukci odběrového rámu stroje. U každého zásobníku s montážním dílem je také umístěna zelená signalizační kontrolka, která při montáži signalizuje obsluze, který díl má být při montáži použit. Každý z odběrových senzorů je připojen do vstupu PLC a každá kontrolka do výstupu PLC.

Počet potřebných vstupů	Počet potřebných výstupů
13 – odběrové senzory	13 – signalizační kontrolky

Tabulka 8: Počet vstupů a výstupů pro odběrová místa

2.1.6. Celkový počet vstupů a výstupů

Z výše provedeného rozboru stroje jsem získal následující tabulku potřebných vstupů a výstupů. Tyto údaje budou využity při výběru konkrétního řídicího systému a přidavných modulů.

Počet potřebných vstupů	Počet potřebných výstupů
4 – poloha otočení	1 – pneumatický ventil otočení
3 – poloha naklopení	2 – pneumatický ventil naklopení
1 – aretační poloha otočení	1 – signalizace „ovládací napětí“
1 – aretační poloha naklopení	1 – signalizace vadný díl
2 – tlačítko „ovládací napětí“	1 – signalizace výrobního cyklu
1 – tlačítko „Reset“	1 – aretace otočení stolu
1 – tlačítko „Cykl“	1 – aretace naklopení stolu
4 – moment dosažen	4 – pneumatický ventil pro uvolnění
1 – aretace a uvolnění otočení stolu	4 – signalizace utahováku
1 – aretace a uvolnění naklopení stolu	13 – signalizační kontrolky
13 – senzory ruky	
Celkem: 32 vstupů + 6 rezerva	Celkem: 29 výstupů + 6 rezerva

Tabulka 9: Celkový počet vstupů a výstupů

K získaným počtům jsem přidal 20% vstupů a výstupů jako rezervu pro případné rozšíření funkčnosti stroje.

2.2. Rozbor paměťové kapacity pro ukládání dat

Dle požadavků investora bylo potřeba navrhnout stojan tak, aby byla možnost na jednom pracovišti provádět montáž sedmi druhů filtrů. Z tohoto důvodu strojní konstruktéři navrhli stojan s odběrovým rámem o 13 pozicích. Do jednotlivých odběrových pozic jsou vkládány zásobníky s díly pro montáž filtru.

Úkolem tedy bylo navrhnout takový systém řízení, který by umožnil technologovi naučit stroj požadovanému technologickému postupu montáže. To znamená určit v kterých polohách montážního stolu bude prováděna jaká montáž a jaké díly se pro montáž musí odebrat, respektive jakými utahovacími momenty mají být příslušné díly utaženy.

Naučený technologický postup musí být uložen v paměti s přiřazením k příslušnému výrobku. Jak již bylo řečeno výše, systém musí umožnit montáž sedmi filtrů, kde každý filtr může obsahovat až 50 montážních fází, které se skládají z posloupnosti čtyř operací.

Operace v jednotlivých montážních fázích

1. Odběrové senzory ruky (číselná řada 1-13)
2. Poloha otočení stolu pro montáž (řada 1-4)
3. Poloha naklopení stolu při montáži dílu (řada 1-3)
4. Momentový utahovák, který má být použit (řada 1-4)

Pro co nejjednodušší vyjádření všech možných variant bylo vytvořeno číslo, kde na pozici jednotek je přiřazeno, který momentový utahovák bude použit. Na pozici desítek se nachází poloha naklopení stolu. Na pozici stovek je umístěna poloha otočení stolu a na pozici tisíců a deseti-tisíců je přiřazeno číslo odběrového senzoru. Maximální velikost takto složeného čísla je 13434 (13|4|3|4) z čehož vyplývá, že pro uložení takového čísla je třeba využít číselný formát typu WORD, který může nabývat hodnot v rozsahu 0 až 65535. Formát čísla WORD, zabere v datové paměti PLC dva byte (dále jen B). Pro každý filtr je potřeba uložit až 50 těchto číselných kombinací. Tím je třeba, aby pro uložení programu jednoho filtru byla vyčleněna paměť o velikosti 100B. V PLC je tedy třeba nadefinovat datový blok o velikosti 100B. Pro všech sedm filtrů tedy budeme v paměti PLC potřebovat 700B.

Názvy uložených programů se mohou skládat až z osmi libovolných znaků. Pro uložení těchto proměnných použijeme datový typ STRING o délce osmi znaků. Proměnná typu STRING zabírá v paměti pro řetězec osmi znaků 10B. Pro všechny názvy

programů je tedy potřeba vyčlenit 70B.

Dále musí stroj uchovávat počty dobrých a chybných dílů. Pro každý díl tedy máme dvě počítadla datového typu WORD, kde každé z nich v paměti PLC zabere 2B. Dalším parametrem, který musí být uchován v paměti je průměrná délka výrobního cyklu za směnu, která je uváděna ve vteřinách. Tato hodnota bude uchovávána v proměnné typu WORD zabírající 2B paměti. Posledním údajem, který bude uchováván je konstanta vyjadřující dobu za jakou obsluha provede upnutí kostry filtru na montážní stůl. Pro tuto hodnotu opět vyčleníme proměnnou typu WORD, která v paměti PLC zabere 2B.

Celková potřebná paměť

Údaj, parametr	Paměť v Bytech
Programy pro osm filtrů	700B
Názvy programů	70B
Počítadla dobrých dílů	4B
Počítadla vadných dílů	4B
Délka výrobního cyklu	2B
Konstanta pro dobu upnutí	2B
Celkem:	782B

Tabulka 10: Potřebná paměť pro uchování dat

2.3. Výběr řídicího systému

Po stránce složitosti programu byla úloha zařazena mezi úlohy jednoduššího typu. Z toho důvodu jsem svůj výběr PLC zaměřil na skupinu řídicích systémů S7-1200.

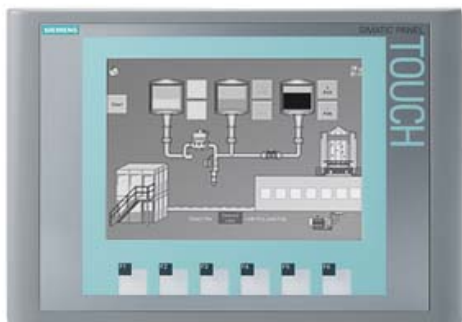
2.3.1. Výběr procesoru, přídatných modulů a ovládacího panelu

Výběr procesoru a přídatných modulů jsem provedl na základě analýzy stroje, do které patřil výpočet vstupů, výstupů a potřebné paměti pro uchování dat. Jelikož potřebuji 38 vstupů a 35 výstupů, rozhodl jsem se použít dvě rozšiřující karty vstupů a výstupů (označení: 6ES7223-1BL30-0XB0), kde každá z nich bude mít 16 vstupů/výstupů. Tím jsme získali 32 vstupů/výstupů. Bylo tedy potřeba ještě 6 vstupů a 3 výstupy. Z toho důvodu jsem vybral procesor s označením 6ES7212-1AD30-XB0,



obr 12: Obrázek vybraného systému

který má 8 digitálních vstupů a 6 digitálních výstupů. Tento procesor má paměť pro data a pro program o velikosti 25KB, a zároveň má integrovanou paměť pro uchování dat o velikosti 2KB, což je z hlediska výpočtu velikosti potřebné paměti pro uložení dat dostatečné.

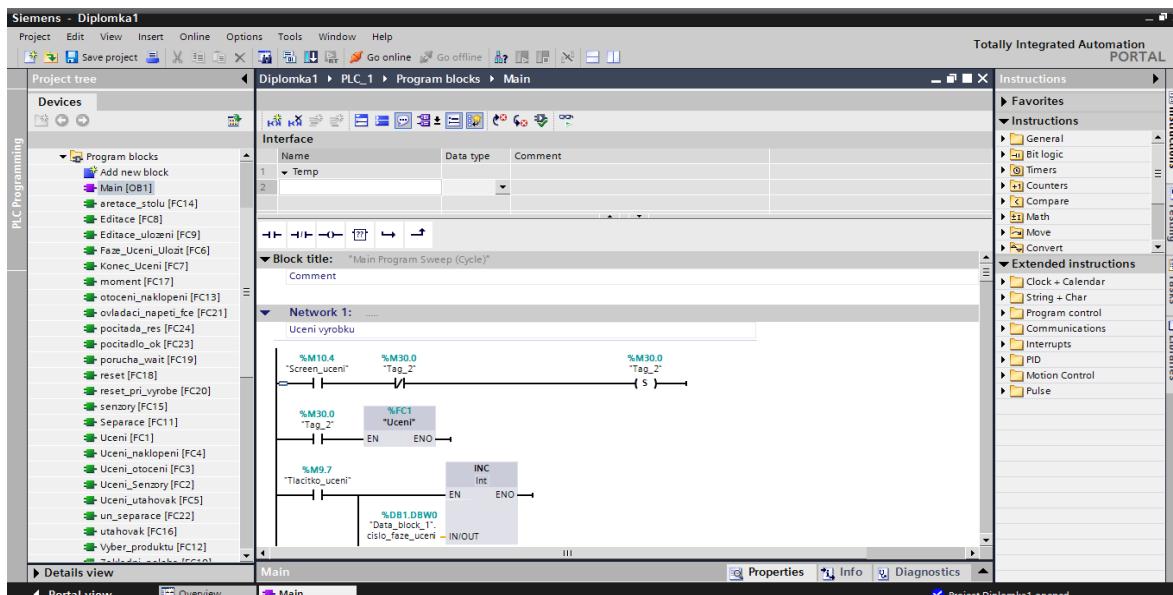


obr 13: Ovládací panel

Dle zvoleného řídicího systému musel být vybrán takový dotykový panel, který bude podporovat komunikaci přes integrované rozhraní Ethernet pomocí protokolu PROFINET, což zaručí vzájemnou kompatibilitu s řídicím systémem S7-1200. Takovýchto panelů od firmy Siemens je na výběr celá řada, ale vzhledem k nízké náročnosti na použití grafických prvků v aplikaci, a z cenových důvodů, byl vybrán nejzákladnější černobílý ovládací panel s názvem KTP600 Basic Mono PN.

2.3.2. Programové prostředí

Jelikož řídicí systém S7-1200 je novinkou na trhu průmyslové automatizace, byl pro něj také vytvořen nový programovací software, s názvem Step7 Basic (viz. obr 14).



obr 14: Software pro tvorbu programu

Tento vývojový nástroj v sobě představuje integrované softwarové prostředí pro tvorbu uživatelských programů pro PLC a zároveň návrhové prostředí pro HMI panely WinCC

Basic. Jedná se uživatelsky přívětivé návrhové prostředí s intuitivním ovládáním, které velmi ulehčuje tvorbu programů. Hlavním přínosem nového softwaru je propojení programování PLC a HMI do jednoho návrhové prostředí. Programátor již nemusí definovat zvlášť proměnné pro PLC a pro HMI, ale lze velmi jednoduše a rychle využít proměnné z programu PLC v programu HMI.

Návrhové prostředí umožňuje programování pouze pomocí grafických programovacích jazyků LAD nebo FCB, programovací jazyk STL (psaný kód) by měl být doplněn ve vyšší verzi programu. V první základní verzi softwaru se kterou jsem začínal nebylo možné používat nepřímé adresování v paměti PLC.

3. Popis vytvořeného programu

Před začátkem tvorby programu v PLC byl proveden nejdříve návrh datových struktur pro pomocné proměnné a pro uchování dat montážních postupů (programů). Následně byla sestavena tabulka vstupů a výstupů a nadefinovány známé proměnné. Jelikož je potřeba uchovávat data až pro 7 montážních postupů, bylo pro ně vyčleněno 7 datových bloků, které mají ve své struktuře vytvořenu proměnnou typu pole datového typu WORD a o rozměru 0..50. Dále byl vyčleněn jeden pomocný datový blok, který slouží pro práci s uloženými daty (programy), z toho plyne že má stejný obsah jako předchozích 7 datových bloků. Dva datové bloky byly vyčleněny pro pomocné proměnné. První z nich je použit pouze pro pomocné proměnné, které není potřeba ukládat pro pozdější použití. Druhý datový blok je určen pro pomocné proměnné výpočtů a pro proměnné, které musí být uloženy pro další použití (počítadla, konstanty, průměrný čas). Z tohoto popisu datových struktur vyplývá, že bylo použito celkem 10 datových bloků.

Části programových kódů jsou členěny do funkčních bloků a to především z důvodu vyšší přehlednosti a lepší orientace ve zdrojovém kódu programu. Funkčních bloků je v programu celkem 24 a jsou využívány převážně v hlavním bloku programu (Main). Vytvořeným programem jsou řízeny: režim učení, editace, výrobní režim, vizualizace a výpočty statistických údajů.

3.1. Režim učení

Pro režim učení je v hlavním programovém bloku vyčleněn jeden network, ve kterém je implementována funkce s názvem „Učení“. V této funkci jsou dále použity další funkční bloky pro samotné zjištění stavu učených operací (naklopení stolu, natočení stolu, odběrový senzor a utahovák).

Jak jsou určovány parametry jednotlivých operací:

- poloha otočení stolu je definována kombinací 4 vstupů
- poloha naklopení stolu je definována sepnutím jednoho ze tří vstupů
- pro zaaretování (odaretování) poloh jsou hlídány 2 vstupy a hodnota pomocné proměnné (1 = zaaretuj, 2 = odaretuj)
- odběrový senzor je určen sepnutím a následným vypnutím jednoho ze 13ti vstupů
- utahovák je vybrán na základě sepnutí jednoho ze čtyř vstupů

Ve funkci „Učení“ je dále použita proměnná, ve které je uloženo číslo učené programové fáze, které se s uložením naučené montážní fáze vždy zvyšuje o jednotku. Všechny učené fáze jsou ukládány do pomocného datového bloku ze kterého jsou při ukončení učení přesunuty do jednoho ze sedmi datových bloků, určených pro uchování dat i po vypnutí napájení.

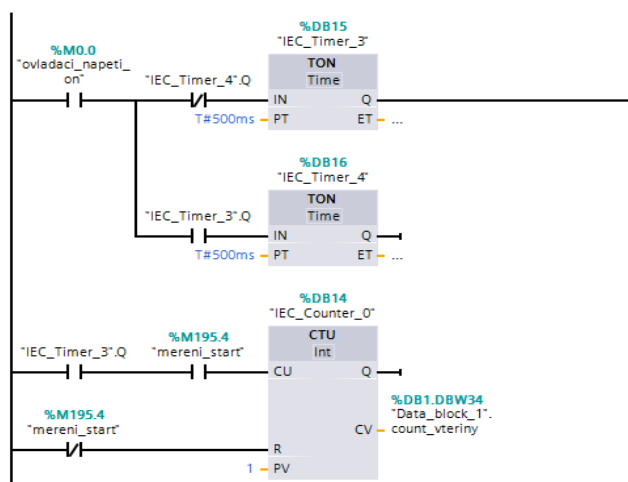
3.2. Režim editace

V tomto režimu nejprve dochází k načtení uloženého montážního postupu do pomocného datového bloku, ze kterého je dále prováděno načítání jednotlivých montážních fází. V ovládacím dotykovém panelu je možné podrobně editovat načtené montážní fáze na jednotlivé operace (otočení, naklopení, senzor, utahovák). Po editaci těchto hodnot a jejich uložení, dojde k jejich opětovnému složení v jedno číslo vyjadřující montážní fázi a k uložení na příslušnou pozici v pomocném datovém bloku. Po provedení editace všech požadovaných výrobních fází a ukončení editace dojde k přesunu z pomocného datového bloku do předvoleného datového bloku, který je opět určen pro stálé uchování dat v paměti PLC.

3.3. Tvorba statistik

Mezi statistiky patří počítadla vyrobených kusů a doba montážního cyklu pro jeden filtr. Počítadlo dobře vyrobených dílů je vždy zvyšováno o jednotku, právě tehdy dojde-li naučený program do poslední fáze a zároveň jsou splněny všechny požadavky správné montáže. Počítadlo vadných dílů je zvyšováno jen tehdy, dojde-li k zachycení stisku tlačítka „Reset“. Celkový počet vyrobených dílů je počítán součtem obou počítadel a to vždy při jejich zvýšení.

Průměrný čas montážního cyklu je počítán ze součtu všech délek montáží za směnu, a je vydělen všemi správně vyrobenými díly za danou směnu. K této hodnotě je dále přičtena konstanta vyjadřující dobu upnutí kostry filtru na montážní stůl. Doba montážního cyklu je měřena pomocí



obr 15: Měření délky montážního cyklu

dvou časovačů, které se střídají ve svém chodu po 0,5s a vždy po 1s zvýší hodnotu counteru, který uchovává měřenou hodnotu (viz. obr 15).

3.4. Výrobní mód

V každém programovém cyklu je hlídán stisk tlačítka „Cykl“. Dojde-li ke zjištění, že byl spínač sepnut, je stroj i ovládací panel přepnut do režimu výroby. V prvním kroku výrobního módu dojde k ověření zda-li je stroj v základní poloze (dále jen ZP) a je sepnuto ovládací napětí (dále jen ON). Stroj se nachází v ZP právě tehdy není-li sepnut žádný ze vstupů pro odběrové senzory a zároveň není spuštěn žádný momentový utahovák. Po ověření těchto parametrů je nastavena proměnná určující stav ZP do logické 1. Sepnutí ON je provedeno stisknutím tlačítka pro zapnutí ON na ovládacím panelu. Vypnutí je provedeno stisknutím tlačítka pro vypnutí ON na ovládacím panelu. Po zapnutí ON je nastavena proměnná specifikující stav ON do logické jedničky a zároveň je sepnut výstup provádějící rozsvícení signalizační kontrolky stavu ON.

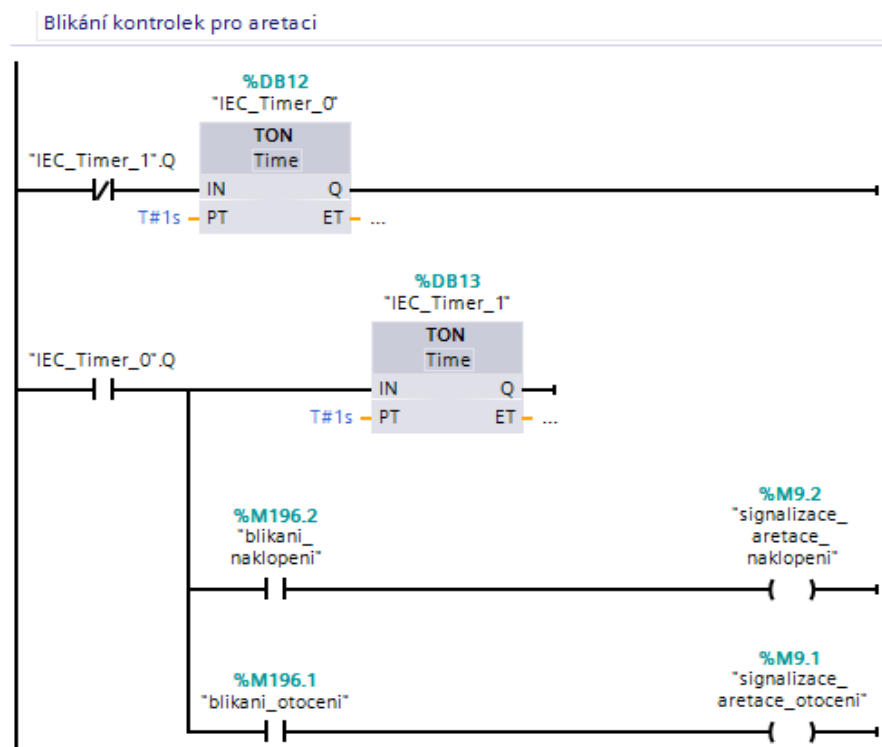
Po kontrole ZP a ON dojde k načtení montážního postupu z paměti PLC do pomocného datového bloku, ze kterého je následně načtena 1. montážní fáze. Při načtení fáze dojde k jejímu rozdělení do jednotlivých operací (otočení, naklopení, senzor, utahovák) a hodnoty jsou vloženy do proměnných pro kontrolu. Po načtení hodnot je nejprve prováděna kontrola polohy stolu a to opět stejně jako ve fázi učení kontrolu vstupů určených pro stanovení polohy stolu. Dojde-li k nastavení stolu do správné polohy, je nastaven bit, který nese informaci o správném nastavení polohy a také programu říká, že je možné zobrazit obsluhu hlášení o možnosti zaaretování polohy. Nastavením tohoto bitu dojde také k rozblikání signalizační kontrolky na ovládacím pultu (blikání signalizuje možnost zaaretování). Je-li následně provedeno zaaretování polohy, dojde k nastavení dalšího bitu, který oznamuje zaaretování a provádí rozsvícení signalizační kontrolky na ovládacím panelu. Po úspěšném nastavení poloh a zaaretování dojde k rozsvícení signalizační kontrolky u zásobníku příslušného montážního dílu, který má být použit pro aktuální montážní fázi. Po tomto kroku řídicí systém hlídá odběr dílu ze zásobníku. Dokud nedojde k odebrání správného dílu z krabíčky není umožněno pokračovat v montáži. Po úspěšném odebrání dílu, je vyznačen a odblokován příslušný utahovák, který byl vybrán při učení montážní fáze. Označení utahováku je provedeno rozsvícením signalizační kontrolky. Obsluha je tedy vizuálně naváděna k použití správného utahováku. Po stisknutí spouštěcího tlačítka na

utahováku dojde k utahování dílu. PLC následně čeká na výstupní signál z použitého utahováku. Dojde-li k jeho sepnutí, znamená to, že utahování bylo úspěšně dokončeno a může být vypnut přísun vzduchu pomocí ventilu určeného pro utahovák.

Po dosažení momentu utažení je zkontrolováno, zda-li již není konec celého montážního postupu. Jednalo-li se o poslední montážní fázi, je do počítadla pro dobře vyrobené díly přičten jeden vyrobený kus a zároveň je proveden výpočet průměrné doby montáže. Jsou smazány všechny pomocné proměnné a stroj opět čeká na stisknutí tlačítka „Cykl“. Nejednalo-li se o poslední montážní fázi, je zvýšena hodnota ukazující na číslo montážní fáze a dojde opět k načtení nové fáze do proměnných. V tomto duchu je opakován celý montážní postup až do doby dokud není dokončen celý montážní postup.

Nedojde-li k sepnutí výstupního signálu z momentového utahováku, je díl označen za vadný a programový cyklus se dostává do fáze čekání na stisknutí tlačítka „Reset“. Po jeho stisknutí je přičten jeden vadný kus do počítadla pro vadné díly. Následně jsou smazány všechny pomocné proměnné a řídicí systém čeká na opětovné stisknutí tlačítka „Cykl“ pro zahájení nové montáže.

Ukázka kódu pro blikání kontrolky signalizující možnost zaaretování (viz. obr 16)

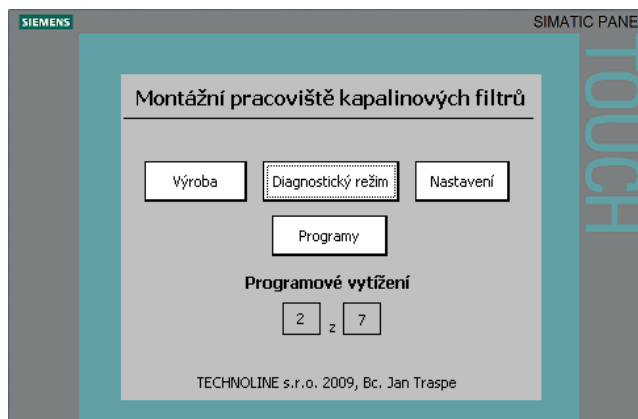


obr 16: Ukázka Blikání před aretací

4. Popis funkce a návod na ovládání

Montážní stojan, se může nacházet ve třech režimech provozu. Prvním režimem je výrobní režim, ve kterém je prováděna montáž částí filtru na jeho kostru. Druhý režim je nazýván režimem učení (programování), nebo také programovací mód. Tento režim slouží pro vytváření, editaci a mazání montážních postupů

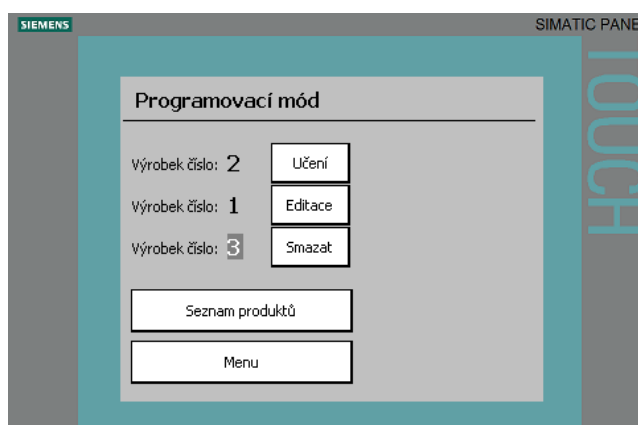
pro sestavení filtrů. Třetí režim je diagnostický režim, který slouží k otestování vstupů a výstupů v případě poruchy stroje. Výběr režimu je možné provést pomocí ovládacího dotykového panelu v obrazovce hlavního menu (viz. obr 17).



obr 17: Obrazovka Hlavní Menu

4.1. Programovací mód

Přístup do tohoto režimu je chráněn heslem „Seřizovače“, který jediný má oprávnění na mazání, vytváření nebo editaci stávajících programů. Do režimu je možné se dostat pouze přes tlačítko „Programy“ na dotykovém panelu v obrazovce „Hlavní menu“ (viz. obr 17). Při vstupu do režimu má seřizovač možnost

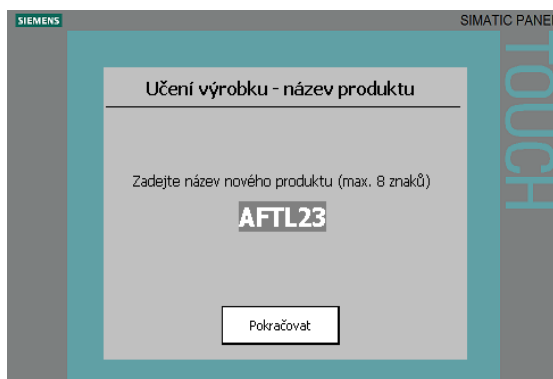


obr 18: Obrazovka Programovací mód

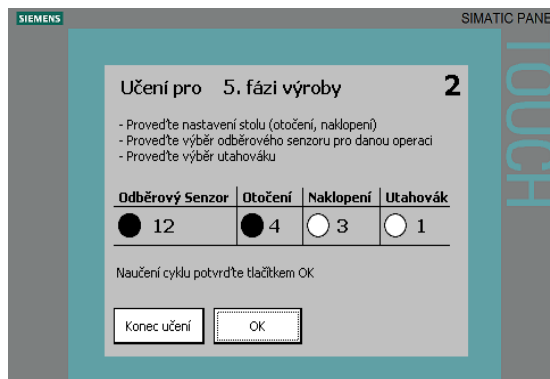
výběru mezi mazáním, vytvářením a editací programů (viz. obr 18). Chce-li provádět jednu z předchozích operací, musí vždy nejprve zadat číslo programu (1-7), pro který má být operace provedena a následným stisknutím jednoho ze tří tlačítek operaci provést.

4.1.1. Učení

V případě volby operace učení, je seřizovač nejprve dotázán na název učeného filtru (max. 8 znaků) viz. obr 20. Po jeho zadání, je přepnut do obrazovky určené pro učení jednotlivých fází výroby (viz. obr 19).



obr 20: Obrazovka Učení - název filtru



obr 19: Obrazovka Učení - podrobné

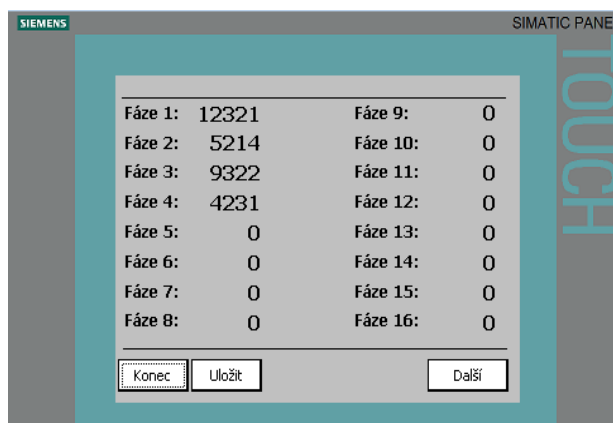
Jak je učení (programování) fáze výroby prováděno?

- otočení stolu do požadované polohy a jeho zaaretování
- naklopení stolu do požadované polohy a zaaretování na poloze
- výběr dílu pro montáž ze zásobníku (senzor ruky zaznamenaná používaný díl)
- spuštění utahováku tlačítkem (na základě stisknutí tlačítka je vybrán utahovák)

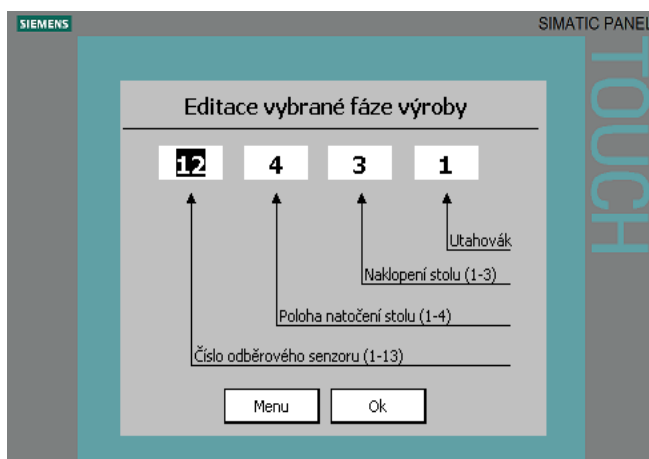
Na ovládacím panelu se vždy po vykonání operace zobrazí její aktuální stav, to znamená, že seřizovač přesně vidí na jakých polohách se nachází stůl, jaký byl vybrán díl a který utahovák chce použít pro montáž. Po dokončení všech čtyř operací je možné fázi uložit stisknutím tlačítka „Cykl“, nebo pomocí tlačítka OK v obrazovce učení (viz. obr 20). Ukončení a uložení celého programu je provedeno stisknutím tlačítka „Konec učení“ na ovládacím panelu (viz. obr 20).

4.1.2. Editace

Do režimu editace se opět dostane seřizovač z obrazovky Programovacího módu a to po stisknutí tlačítka Editace (viz. obr 18). Nejprve se zobrazí obrazovka, ve které seřizovač vidí číselné posloupnosti pro jednotlivé fáze montáže (viz. obr 21). Při stisknutí tlačítka s názvem Fáze 1 – Fáze 50 je přepnut do obrazovky pro podrobnou editaci montážní fáze (viz. obr 22).



obr 21: Obrazovka editace programu



obr 22: Obrazovka - Podrobná editace

Podrobná editace je založena na principu zadávání číselných kódů jednotlivých operací, to znamená, že do prvního rámečku je zadáváno číslo odběrového senzoru (číslo použitého dílu), do druhého políčka se zadává poloha natočení stolu, do třetího políčka poloha naklopení stolu a do posledního je zadáváno číslo utahováku, který má být použit

pro utažení dílu na kostru. Po vyplnění číselných kódů a stisknutí tlačítka OK (viz. obr 22), je provedeno spojení zadaných hodnot do jediného čísla datového typu WORD, které je vloženo na vybranou pozici ve výrobním postupu. Uložení editace se provádí stisknutím tlačítka „Uložit“ a ukončení editace stisknutím tlačítka „Konec“ (viz. obr 21).

4.1.3. Mazání

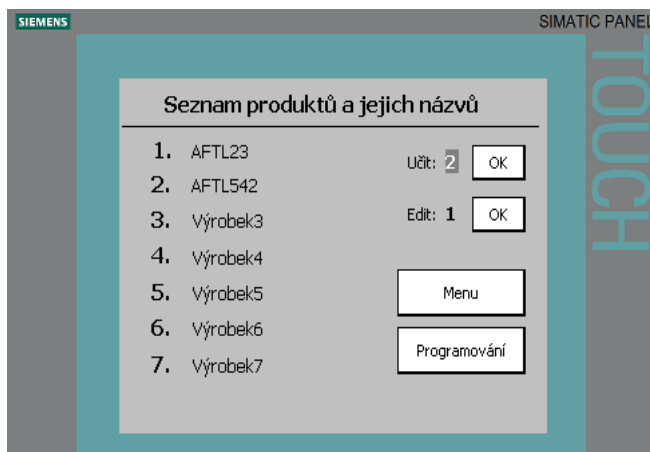
Mazání programů je provedeno stisknutím tlačítka „Smazat“ v obrazovce „Programovacího módu“ (viz. obr 23). Po stisknutí tohoto tlačítka dojde k nenávratnému odstranění celého montážního postupu pro zadané číslo programu. Smazání posloupnosti je potvrzeno zobrazením hlášení „Výrobek byl odstraněn“ vedle tlačítka Smazat (viz. obr 23).



obr 23: Obrazovka programování - mazání

4.1.4. Seznam produktů

Při stisknutí tlačítka „Seznam produktů“ (viz. obr 23) je zobrazena obrazovka, na které jsou vypsány přesné názvy všech filtrů, které je možné na stroji sestavit. Dále je v této obrazovce možnost přepnout se do režimu učení nebo editace (viz. obr 24) stejně jako v obrazovce „Programovacího módu“ (viz. obr 23).



obr 24: Obrazovka - Seznam produktů

4.2. Výrobní režim

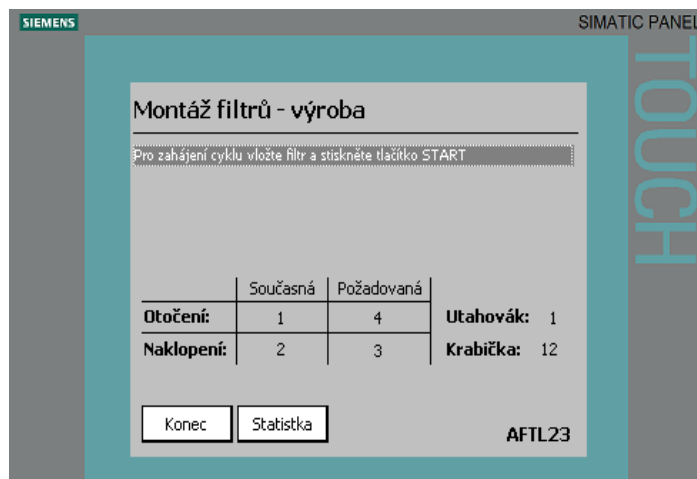
Jedná se o režim, ve kterém je prováděna kompletní montáž dílů na kostru filtru. Nachází-li se obsluha v tomto režimu je na ovládacím panelu zobrazena obrazovka s názvem „Montáž filtrů – výroba“. V této obrazovce operátor může sledovat jednotlivé kroky montážního postupu včetně hlášení zobrazujících přesný návod na pracovní postup při montáži jednotlivých dílů. Zobrazený pracovní postup je doplněn signalizačními kontrolkami umístěnými na stroji, které slouží jako vizuální doplněk postupu zobrazeného na ovládacím panelu.

Jak signalizace funguje?

Signalizace pro polohu otočení stolu funguje následovně, pokud není stůl na předepsané poloze je kontrolka zhasnuta. Je-li stůl na předepsané poloze, ale ještě není zaaretován, kontrolka bliká. A pokud je stůl ve správné poloze a stůl je zaaretován, kontrolka svítí. Stejným způsobem funguje signalizace pro polohu naklopení stolu. Signalizace pro utahováky funguje, tak že pokud je obsluha hlášením na panelu vyzvána k použití utahováku, je u příslušného utahováku rozsvícena kontrolka. Stejným způsobem jako pro utahováky funguje signalizace u odběrových míst.

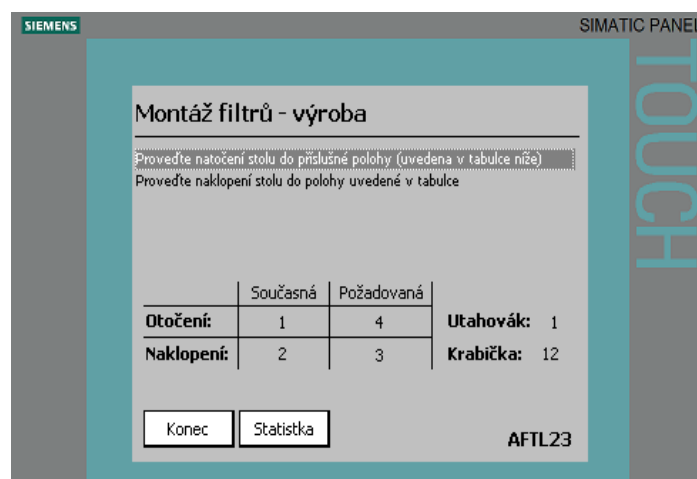
4.2.1. Montáž filtrů, navádění a kontrola

V této části popíšeme, jaký musí být dodržován postup při montáži a jaké parametry jsou kontrolovány a vyhodnocovány. K zahájení výrobního cyklu dochází buď stisknutím



obr 25: Zahájení výrobního cyklu

postupu do pomocného datového bloku se kterým se dále pracuje při zpracování programu. Nebyl-li program nalezen, je obsluze zobrazeno hlášení, že nelze provádět montáž neznámého výrobku.



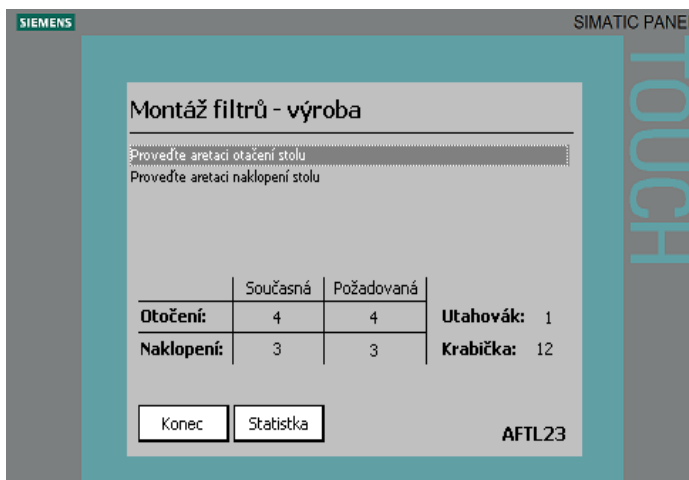
obr 26: Nastavení stolu do polohy

tlačítka „Cykl“ nebo přepnutím do obrazovky „Výroba“ a opět stisknutím tlačítka „Cykl“ viz. obr 25. Při spuštění výrobního módu dojde ke kontrole přítomnosti požadovaného programu v paměti PLC, je-li program nalezen dle zadaného názvu, dojde k načtení jednotlivých fází montážního

Po načtení programu dojde k vybrání 1. fáze, která je uložena ve formátu 5ti ciferného čísla. Načtené číslo je následně rozděleno za pomoci dělení na jednotlivé operace a získané hodnoty jsou zobrazeny v obrazovce výroby (viz. tabulka na obr 26).

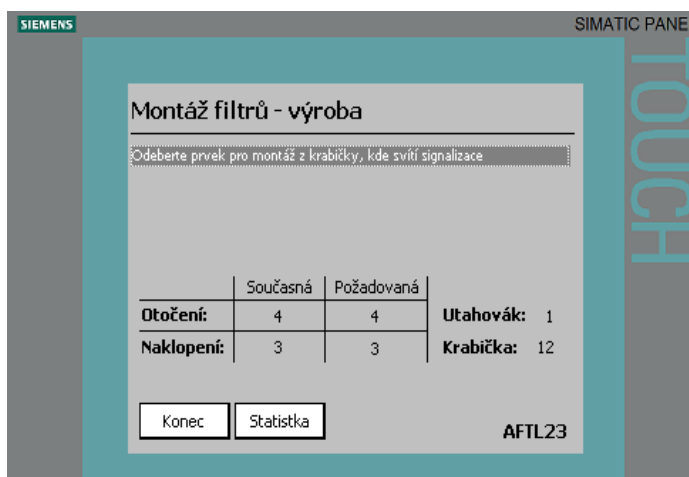
Po zahájení výrobního cyklu tlačítkem „Cykl“ a načtení programu, je provedena kontrola zda-li se stroj nachází v základní poloze (dále jen ZP) a je-li zapnuté ovládací napětí (dále jen ON). Pokud PLC zjistí, že se stroj nachází v ZP a je zapnuto ON, je zahájen výrobní cyklus s postupnou navigací obsluhy. Nejprve je na panelu zobrazeno hlášení, že má být nastavena správná poloha otočení a naklopení stolu (obr 26). Po nastavení správné polohy je dále zobrazeno

hlášení, které obsluhu informuje o tom, že následně musí provést zaaretování poloh stolu (obr 27). Po provedení zaaretování stolu je zobrazeno hlášení, které obsluze říká, aby provedla odebrání montovaného dílu ze zásobníku u kterého svítí signalizace (obr 29). Je-li řídicím systémem zaznamenán vstup ruky a následně výstup ruky ze zásobníku, dojde k zobrazení hlášení říkající jaký utahovák má být použit pro montáž vybraného dílu na kostru filtru (obr 30). Pouze tento utahovák je odblokován. Činnost ostatních utahováků je blokována. Po stisknutí spouštěcího tlačítka u správného momentového utahováku čeká PLC na signál o dosažení nastaveného momentu. Po dosažení nastaveného momentu výroba pokračuje další fází montáže. Dostane-li se obsluha k poslední fázi montáže bez chyby, je zobrazeno hlášení, že byl vyroben dobrý díl. Zároveň je přičten dobře vyrobený kus do počítadla (obr 32). Je vypočten průměrný čas montáže a uložen do statistik.

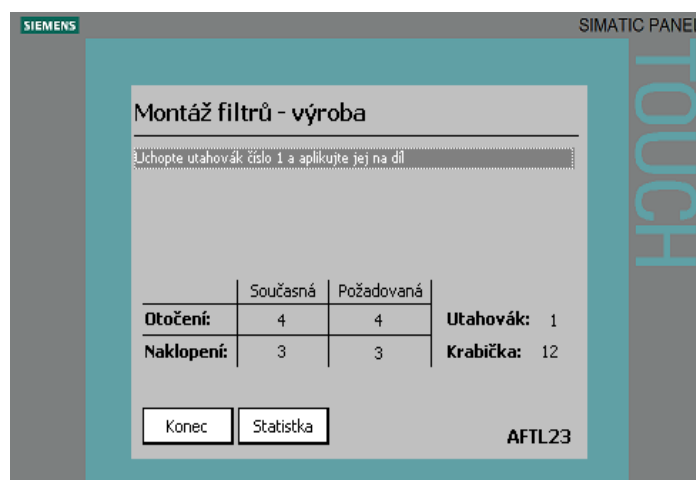


obr 27: Zaaretování stolu

Po stisknutí spouštěcího tlačítka u správného momentového utahováku čeká PLC na signál o dosažení nastaveného momentu. Po dosažení nastaveného momentu výroba pokračuje další fází montáže. Dostane-li se obsluha k poslední fázi montáže bez chyby, je zobrazeno hlášení, že byl vyroben dobrý díl. Zároveň je přičten dobře vyrobený kus do počítadla (obr 32). Je vypočten průměrný čas montáže a uložen do statistik.



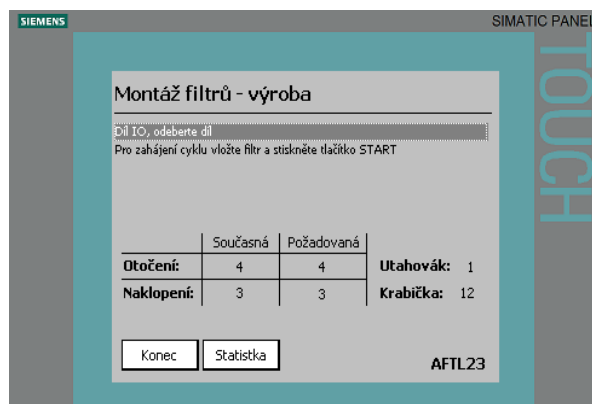
obr 28: Odebrání dílu



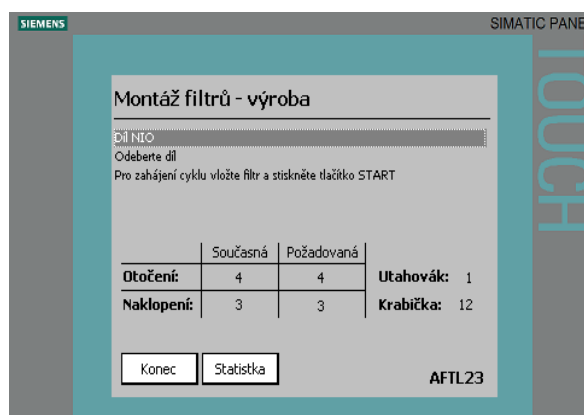
obr 29: Použití utahováku

Nepřijde-li od utahováku signál o dosažení nastaveného momentu a utahovák byl vypnut, je výrobek je označen za vadný. Obsluha musí provést reset poruchy pomocí tlačítka „Reset poruchy“ (obr 31). Po provedení resetu dojde k připočítání jednoho vadného dílu. Po odebrání vadného kusu

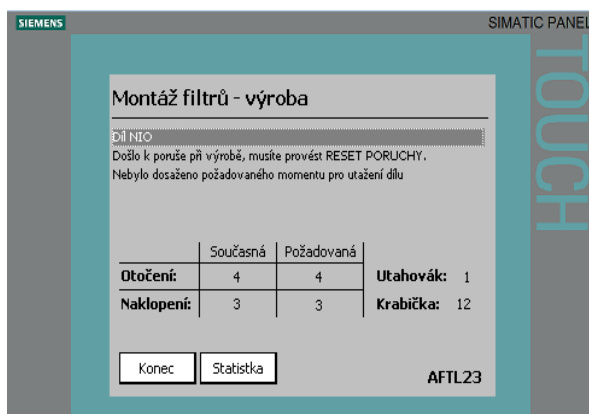
z montážního stolu a po opětovném stisknutí tlačítka „Cykl“, může být zahájena nová montáž (obr 31).



obr 30: Výroben dobrý díl



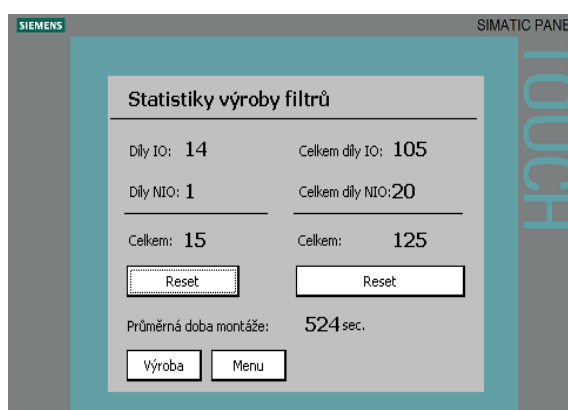
obr 31: Zahájení nového cyklu vadný díl



obr 32: Výroben vadný díl

4.2.2. Statistiky

Do obrazovky, ve které se nacházejí statistiky (viz. obr 33) montáže kapalinových filtrů se obsluha dostane přes tlačítko s názvem „Statistiky“ v obrazovce výroby (obr 32). V této obrazovce se nacházejí statistické údaje o počtech vyrobených kusů celkem a za směnu. V pravé části obrazovky se nacházejí celková počítadla dobrých dílů, vadných dílů a poslední údaj je jejich součet. V levé části nalezneme směnová počítadla, dobrých dílů, vadných dílů a také jejich součet. Pod každým počítadlem je možné provést jeho vynulování stisknutím tlačítka „Reset“. Dalším údajem, který se v obrazovce statistik



obr 33: Obrazovka Statistiky

nachází je údaj zobrazující průměrnou dobu montážního cyklu ve vteřinách. Tento údaj je počítán pro směnové počítadlo dobře vyrobených dílů. K vymazání údaje dochází při stisku tlačítka „Reset“ pod směnovým počítadlem v levé části obrazovky.

4.3. Diagnostický režim



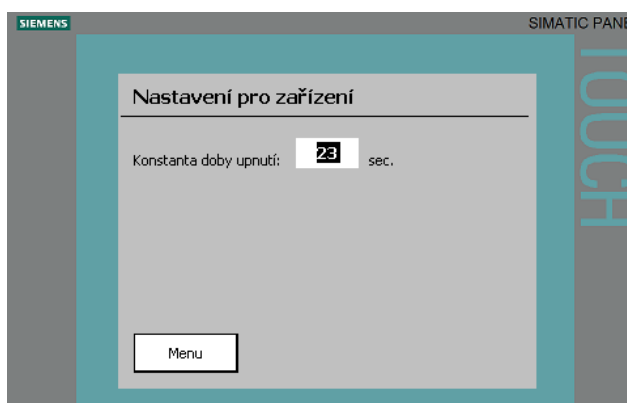
obr 34: Diagnostický režim - utahováky

Jedná se o režim, ve kterém je možno zobrazovat stav jednotlivých vstupů. Vstupy jsou rozděleny do pěti skupin a jsou umístěny na pěti obrazovkách diagnostického režimu (viz. Tlačítka na obr 34). První obrazovka nese název „Řízení“ a obsahuje údaje o stavu vstupů:

ovládacího napětí stroje a tlačítek „Cykl“ a „Reset“. Ve druhé obrazovce jsou zobrazeny stavy jednotlivých vstupů pro odběrové senzory. Třetí obrazovka slouží pro zobrazení stavu polohy stolu, zobrazuje tedy polohy naklopení a natočení stolu. Čtvrtá obrazovka zobrazuje stav vstupů od momentových utahováků, stav signálů dosažení nastaveného momentu a stav spuštění utahováků. Poslední obrazovka je určena pro zobrazení stavu nášlapných aretačních pedálů. Pomocí těchto obrazovek může servisní pracovník snadno ověřit stav vstupních signálů, aniž musí otevírat rozvaděč a orientovat se v adresaci vstupů na PLC.

4.4. Nastavení

Do obrazovky „Nastavení“ je umožněn přístup pouze oprávněné osobě a to přes heslo „Seřizovače“. V nastavení lze provádět editaci konstanty, která vyjadřuje čas potřebný pro upnutí kostry filtru na montážní stůl (viz. obr 35). Hodnota konstanty je vyjádřena ve vteřinách. Po opuštění obrazovky „Nastavení“ dojde k automatickému odhlášení „Seřizovače“ ze systému, to znamená, že při opětovné návštěvě musí opět zadat heslo.



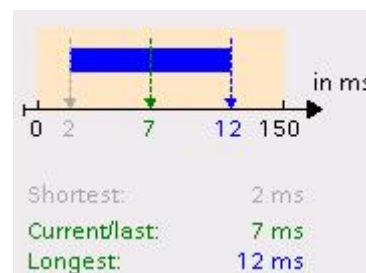
obr 35: Obrazovka Nastavení

5. Statistiky z programu

V této části diplomové práce bych uvedl několik statistických údajů z vytvořeného programu. Například údaje zobrazující dobu programového cyklu (min, max), využití programové a datové paměti, počet použitých funkčních bloků a datových bloků + počet obrazovek, počet PLC tagů a proměnných.

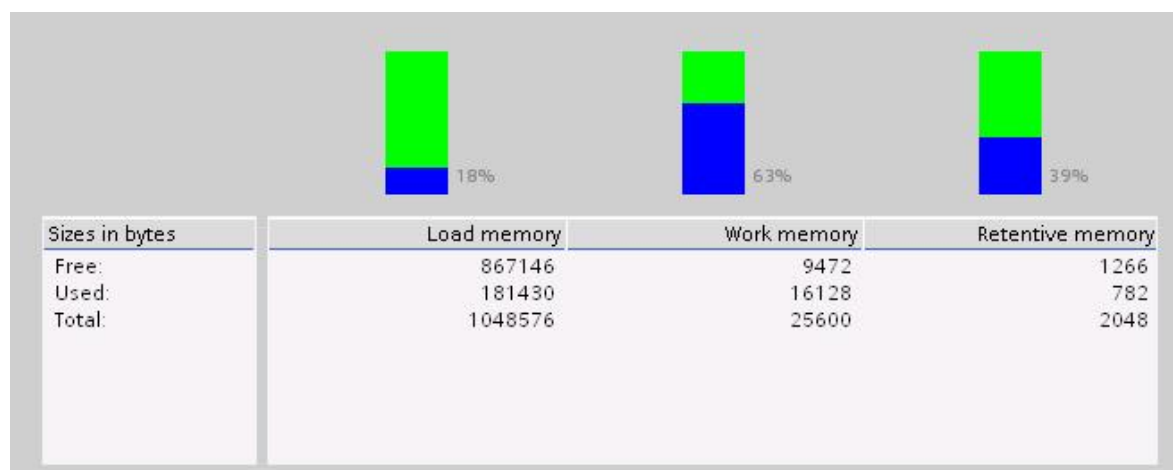
a) Délka programového cyklu

Na obrázku (obr 36) jsou zobrazeny údaje o délce jednoho programového cyklu, nejkratší cyklus trval 2ms a nejdelší (v době nejvyššího vytížení PLC) trval 12ms.



obr 36: Délka cyklu

b) Využití programové a datové paměti PLC (viz. obr 37)



obr 37: Využití paměti PLC

c) Počet funkčních a datových bloků, počet obrazovek

- Datové bloky: **10**
- Funkční bloky: **24 + hlavní blok (Main)**
- Obrazovky: **18**

d) Počet proměnných a PLC tagů

- PLC tagy (bitové proměnné): **155**
- Proměnné: **45**

Závěr

Úkolem práce bylo navrhnout a provést realizaci řídicího systému pro výrobní stroj. Stroj byl realizován pro montáž kapalinových filtrů s přesným technologickým naváděním obsluhy a úplnou kontrolou odebíraných dílů v průběhu montáže. U dílů, které pro svou montáž vyžadují utažení předepsaným momentem, je tento moment hlídán. Díky zvolené koncepci kontrol a navádění je dosaženo efektivní výroby bez zbytečných nákladů, které by vznikaly chybnou montáží respektive při případných reklamacích.

Práci jsem si zvolil především proto, abych se podrobněji seznámil s řídicími systémy a vylepšil své znalosti a schopnosti v oboru průmyslové automatizace a řízení. Zároveň jsem si díky této práci mohl v praxi vyzkoušet návrh a následnou realizaci řídicího systému. Podrobněji jsem se seznámil s některými typy řídicích systémů od firmy Siemens a s možnostmi jejich programování. Díky použití nového řídicího systému S7-1200, který byl nedávno uveden na trh, jsem získal zkušenosti s jeho programováním, což považuji za přínos do budoucího profesního života. Dále mi návrh systému pomohl k ujasnění používaných periférií pro průmyslové řídicí systémy a k seznámení se s datovými typy a s jejich paměťovým obsazením v PLC. Při analýze výrobního stroje jsem se seznámil s tím, které parametry jsou pro výběr řídicího systému důležité.

Vyzkoušel jsem si týmovou práci při řešení a realizaci výrobního zařízení. Spolupracoval jsem s vedoucím projektu, strojním konstruktérem a elektroprojektantem.

Vyzkoušel jsem si analyzovat problém, navrhnout možné technické řešení a následně toto řešení realizovat.

Navržený systém bude v další fázi rozšířen o připojení do firemní sítě a umožní stahování potřebných technologických dat. Data budou uchovávána ve firemní databázi a měly by sloužit k dalšímu zpracování oddělením kvality. Díky tomu bude možné najít data o každém výrobku, který montáží prošel. Na této fázi zlepšení bych se měl také podílet. V uplynulých dnech jsem si vyzkoušel práci s OPC serverem od firmy Siemens, který bude pro stahování dat použit.

Jsem velmi rád, že jsem se díky své diplomové práci mohl podílet na řešení v praxi a získat tak velmi cenné zkušenosti.

Seznam použité literatury

- [1] Urban, L. Programování PLC podle normy IEC EN 61131-3 – víc než jednotné jazyky [online]. Únor 2005. Dostupné z <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=30310>
- [2] MARTINÁSKOVÁ, M. – ŠMEJKAL, L.: Řízení programovatelnými automaty III. Vydavatelství ČVUT, Praha, 2003.
- [3] Kosek, R. Řídicí systémy Simatic pro moderní automatizaci [online]. Únor 2005. Dostupné z <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=30312>
- [4] Rosulek, M. Prvky průmyslové automatizace [online]. Prosinec 2008. Dostupné z <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=38256>
- [5] Dokonalá souhra nového PLC společnosti Siemens s ovládacími panely a programovacím prostředím [online]. 14. srpna 2009. Dostupné z <http://pandatron.cz/?918&dokonala_souhra_noveho_plc_spolecnosti_siemens_s_ovladacimi_panely_a_programovacim_prostredim>
- [6] SIMATIC S7-1200 – Micro Controller for Totally Integrated Automation [online]. April 2009. Dostupné z <<http://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/catalog/en/st70n09e.pdf>>
- [7] Rakušan, O. Představení softwaru STEP 7 Basic STEP 7 Basic V10.5 [online]. 2009. Dostupné z <[http://www.siemens.cz/siemjetstorage/files/55382_STEP\\$7\\$Basic\\$pdf.pdf](http://www.siemens.cz/siemjetstorage/files/55382_STEP7Basic$pdf.pdf)>
- [8] Martinásková, M. PLC – Programovatelné automaty [online]. Prosinec 2001. Dostupné z <iat.fs.cvut.cz/109/files/psar/prednasky.../plc_vznik_hw_sw.ppt>

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií

Přílohy diplomové práce

Návrh a realizace řídicího systému výrobního stroje

Bc. Jan Traspe

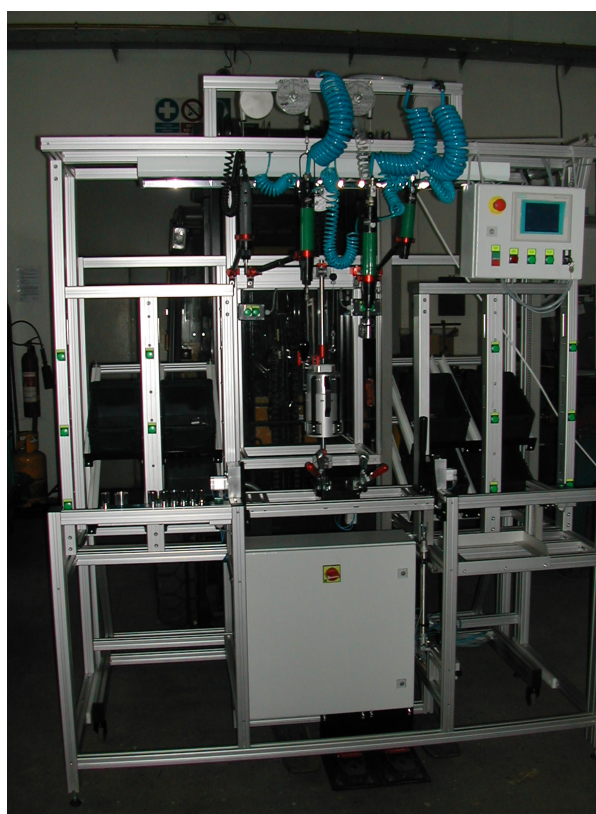
Seznam příloh

Příloha A – originální fotky stroje.....	52
Příloha B – 3D modely (pohledy).....	53
Příloha v elektronické podobě.....	CD

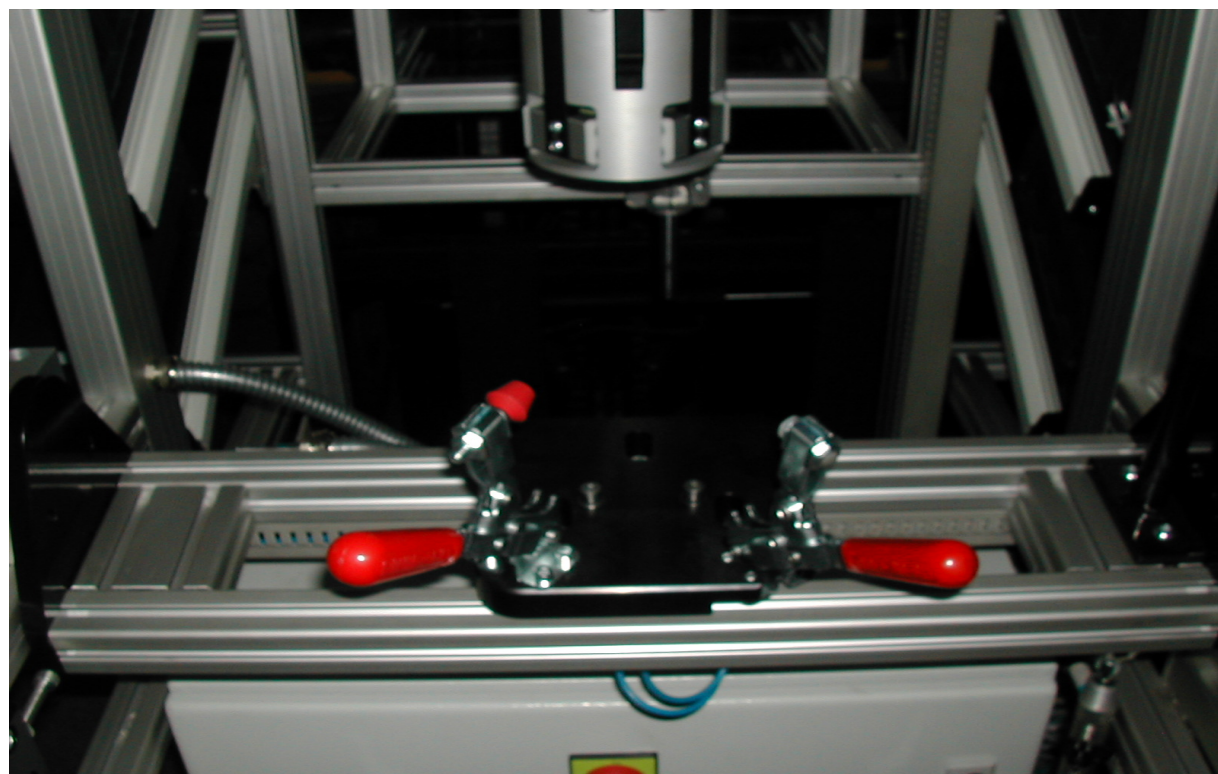
Příloha A – originální fotky stroje



obr 38: Stroj - pohled1

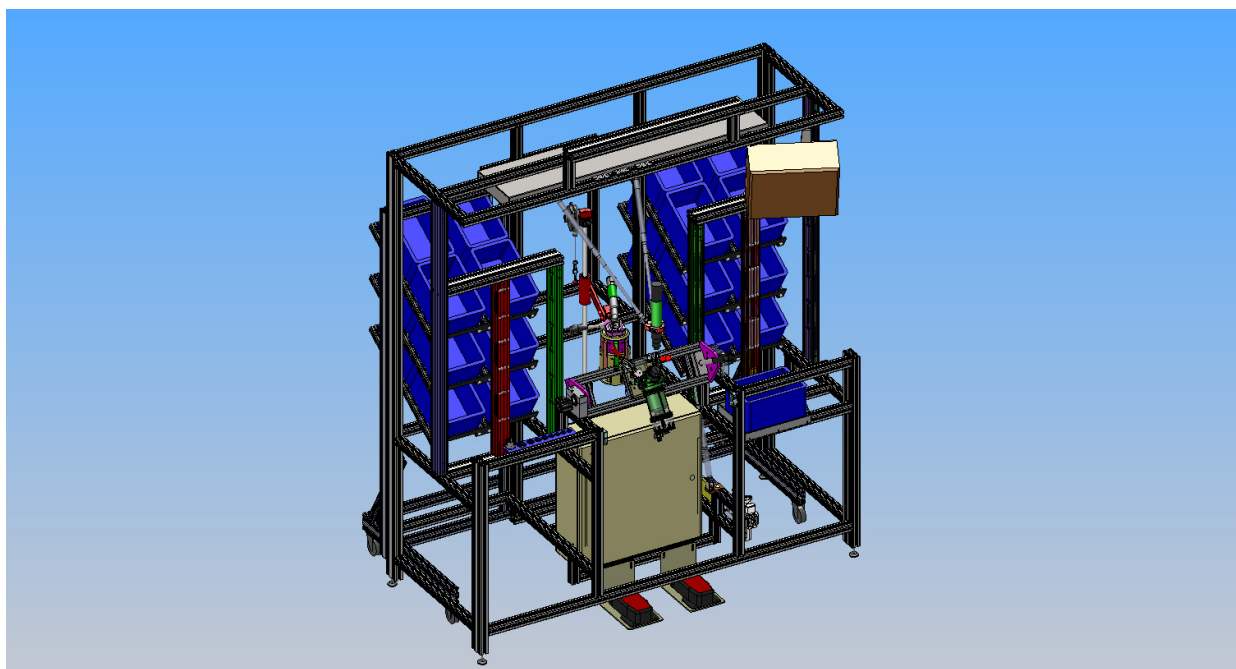


obr 39: Stroj - pohled2

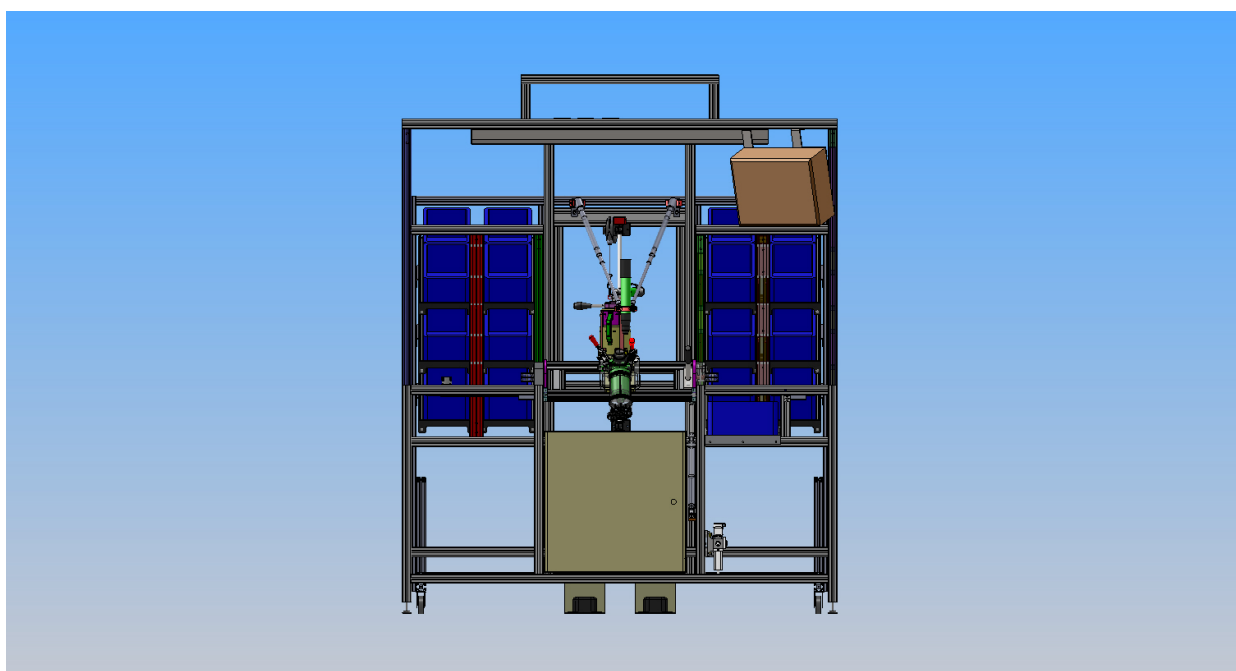


obr 40: Stroj - pohled3

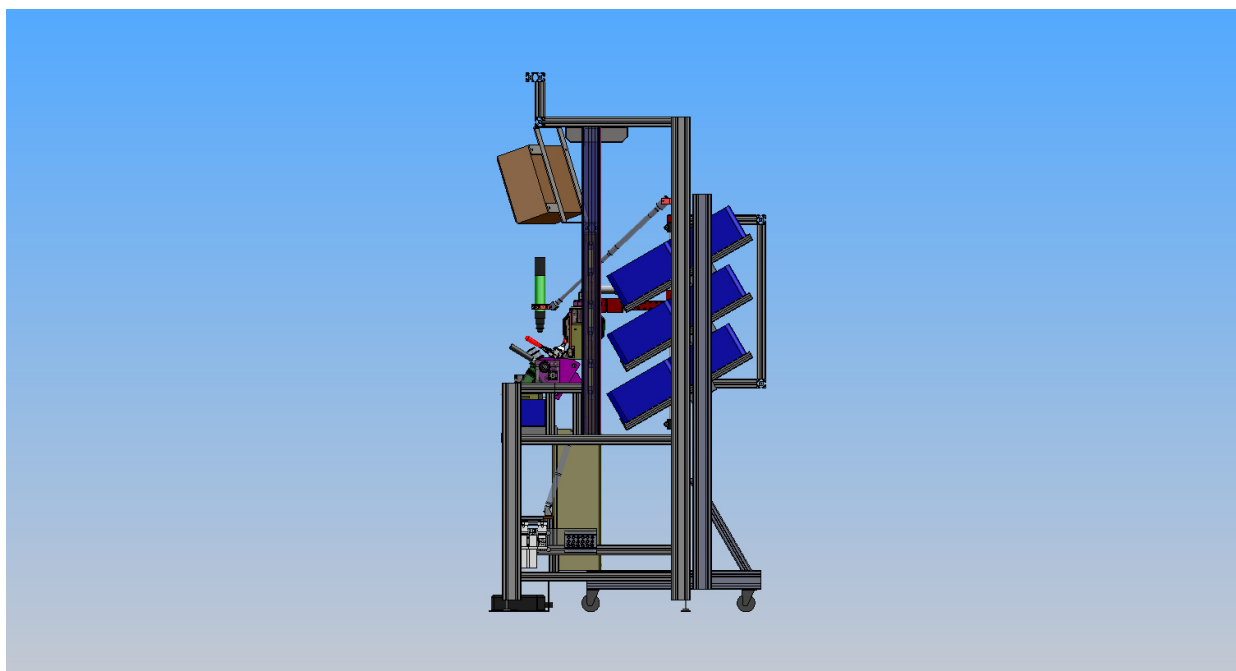
Příloha B – 3D modely (pohledy)



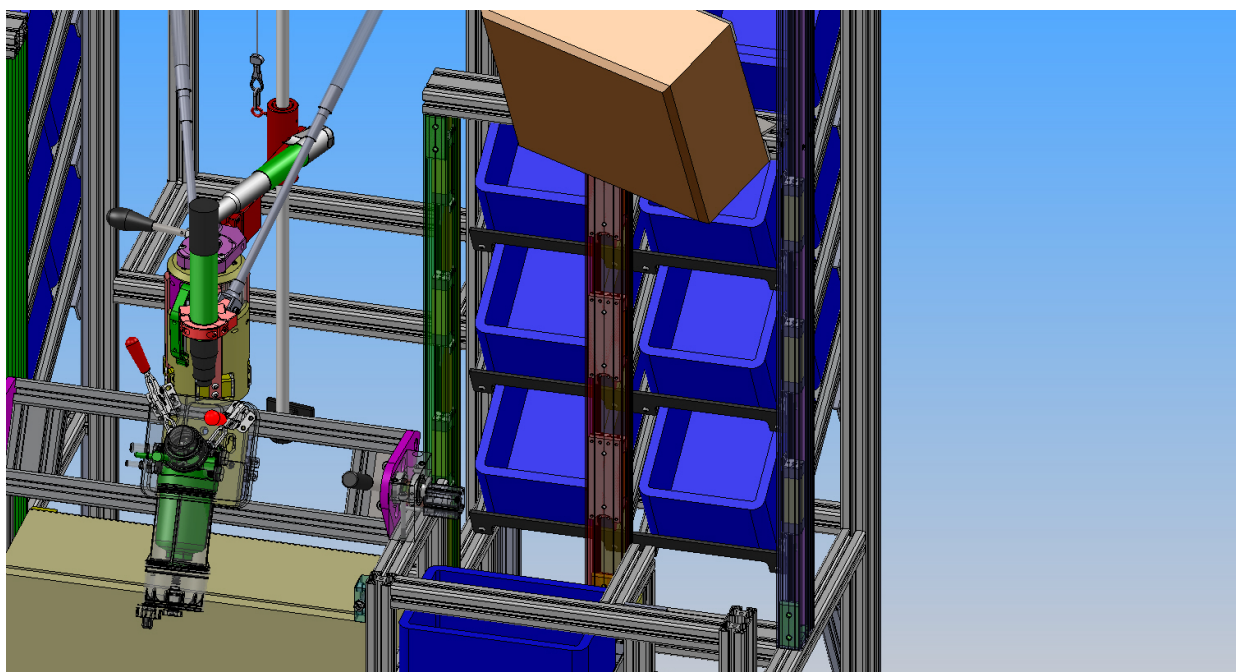
obr 41: 3D model - pohled1



obr 42: 3D model - pohled2



obr 43: 3D model - pohled3



obr 44: 3D model - pohled4